POGADANKI ASTRONOMICZNE.


MIKOŁAJ KOPERNIK POLAK URODZIŁ SIĘ R: 1473 UMARŁ R: 1543

POGADANKI

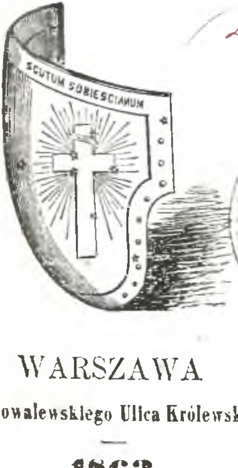
ASTRONOMICZNE

NAPISANE

PRZEZ

Juliana Bayera.

Dar autora



WARSZAWA

W Drukarni K. Kowalewskiego Ulica Królewska Nr. 1066 *k*.

1863

Wolno drukować pod warunkiem złożenia w Komitecie Cenzury po wydrukowaniu, prawem przepisanéj liczby egzemplarzy.

W Warszawie dnia 28 Lutego (12 Marca) 1863 r.

p. o. Cenzora J. A. Rogalski,

Pogadanki te napisałem głównie dla panien, poświęcających się naukom przyrodzonym, i ułożyłem je podług dziełka Pana Guillemin pod tytułem: *Causeries astronomiques*, i podług *Astronomii popularnéj*, przezemnie w roku 1861 wydanéj.

J. B.

Czy to są gawędy Apolinarego, (*) czyli to jest nauka? zapyta niejedna z czytelniczek, otworzywszy tę małą książeczkę.

Jedno i drugie, wszakże i w gawędach była nauka, będzie też i w téj astronomii, w sposób dostępny napisanéj.

Od czasu do czasu słyszemy o jakiéjś nowéj teoryi astronomicznéj, mniéj lub więcéj śmiałéj; a pod pozorem poprawy nauki sprowadzają ją astronomowie do przypuszczeń piérwszych wieków, dodając tym sposobem jeden więcéj rozdział błędów i przesądów.

(*) *Apolinary Zagórski* pisał *Gawędy naukowe*, zamieszczane w Gazecie Warszawskiéj, które po jego śmierci oddzielnie w dwóch tomach wydane zostały.

Drudzy, niby uczeni, budując systemata i wyprzedzając spostrzeżenia, chcą zamknąć te systemata w jednéj formule.

Wątły jest charakter tych naprędce nabywanych wiadomości, czyli tych dwóch prądów przypuszczeń, stojących nie na opoce, ale na ruchliwym piasku.

Uprzedzamy, że się przypuszczenia w téj książeczce nie znajdują; ponieważ nie zamierza się odsłaniać błędów téj nauki, ale pragniemy tylko zapoznać was z nią, a przez to rozszérzyć sferę waszéj wiedzy.

Astronomia nie jest nauką skończoną: dowodem tego są planetoidy i świeżo poodkrywane komety. Samego nawet świata słonecznego dokładnie nie znamy, ponieważ domysłowo tylko znamy fizyczną budowę słońca, planet i księżyców; a tém bardziéj nie znamy budowy innych światów, unoszących się w bezdennéj przestrzeni niebios.

Jakąkolwiek jest ta nauka to pewna że ona ma jakąś pociągającą siłę i uderzający naszą wyobraźnię powab.

Niechaj się *astronomowie* z powołania nauce téj oddają; my tu tylko przedstawimy panoramę świata powszechnego.

To co powiémy, będą to skromne pogadanki o zjawiskach codziennie się pojawiających, a książeczka ta nie jest początkowym kursem Kosmografii, a tém bardziéj wyższym traktatem Astronomii. Jéj celem głównym jest zapoznanie was z tą szczytną nauką, z tą królową nauk.

Wyznajmy nakoniec, że my mało co z téj nauki wiémy i dla tego téż ciekawie słuchamy, kiedy o niéj rozprawiają.

Cóż nam przewodniczyć będzie w téj panoramie? Oto postrzeżenia, wypadki rachunkowe przez astronomów podane i silne narzędzia, służące do oznaczenia położeń ciał niebieskich.

POGADANKI ASTRONOMICZNE.

Pogadanka 1.

Zatrudnienie astronoma i użytek Astronomii.

Na co się przyda Astronomia, zapyta nie jedna z czytelniczek; a jednak kiedy w towarzystwie jakiém o téj nauce rozmawiają, to uważnie słuchamy, chcąc się dowiedzieć, co téż to jest zatrudnieniem astronoma? Wrzeczy saméj poznajemy, że astronoma zajmuje dostrzeganie gwiazd, oznaczenie ich wzajemnego położenia, zbadanie całego układu słonecznego, ustanowienie porządku pomiędzy ciałami niebieskiemi do niego należącemi,

śledzenie ich biegów i wykrycie nakoniec siły i jej praw działania.

Ażeby opisanie to prac astronomicznych było zrozumianém, powiédzmy:

Że *ciałami niebieskiemi* zowią się te wszystkie, które się znajdują w téj bezdennéj przestrzeni, którą zowiemy *niebem*; do nich należy i cały nasz *układ słoneczny*.

Że *świat* nasz *słoneczny* składają *słońce* jako ognisko całego układu; ośm *planet* większych, z których dwie, to jest: Merkury i Wenus są bliższe, a sześć, to jest: Mars, Jowisz, Saturn, Uranus i Neptun są dalsze od słońca, aniżeli ziemia; siedmdziesiąt siedm *planetoid*, krążących pomiędzy Marsem i Jowiszem i jedna między Słońcem a Merkurym; dwadzieścia dwa *księżyce*, z których jeden należy do ziemi, cztéry do Jowisza, ośm do Saturna, osm do Uranusa i jeden do Neptuna; dziesięć *komet* peryodycznych i dwadzieścia blizko takich, których bieg oznaczono.

Że, oprócz tych ciał, niebo zasiane jest niezliczoném mnóstwem gwiazd, które są *stałe, zmienne, nowe, podwójne, potrójne i wielokrotne, kolorowe*, i takie, które są *kupkami*

gwiazd, obłoczkami, gwiazdami mglistemi, podobnémi do naszej *drogi mlecznéj*.

Pomimo to, powtórzy sobie nie jedna z was, „*na co się to wszystko przyda?*” pewno dla zaspokójenia ciekawości.

Lunety, teleskopy, to rozumiem, że są do czegoś użyteczne, ponieważ patrząc przez nie na świat Jowiszowy, pierścienie Saturna, przypatrujemy im się tak, jak się sam Arago przypatrywał; ale na co te tak kosztowne obserwatorya, te mozolne rachunki, jakieś wzory matematyczne? — oto zapewne dla tego, ażeby się astronomowie pierwszémi bawili, a nad ostatniémi głowę sobie łamali.

Nie, drogie moje, Astronomia, ta królowa nauk, ma korzyści duchowe i materyalne. O ileż to nieupokorzyło człowieka, kiedy Kopernik Polak, ku schyłkowi pierwszéj połowy szesnastego wieku, wyrzekł, że człowiek nie jest panem światów; że ziemia dotąd nieruchoma, mniemane ognisko świata słonecznego, jest planetą z porządku trzecią, bryłą małą, proszkiem w porównaniu z słońcem, lub jaką inną gwiazdą. Jakież to uczucia nie wzbudzają w nas te ogromne światy, te po-

chodnie i ich bilionowe i milionowe odległości? Człowiek natenczas powiedział sobie: nie dla mnie Bóg zawiesił je w przestrzeni niebios, ale podobny jest ich cel, jak ziemi, tego naszego doczesnego zamieszkania.

Czyż to nie są materyalne korzyści, kiedy żeglarz z swym zegarem, kątomierzem, kompasem i kalendarzem, żegluje bezpiecznie po morzu; kiedy wiąże dwa z sobą światy, stary i nowy; kiedy astronom wymierza czas, kréśli kompasy, układa kalendarze, mierzy kraje i rysuje ich mappy i t. d.

Te to są użytki téj nauki, która, dawniéj dla niektórych tylko przystępna, stała się teraz dla każdego oświéconego popularną.

Wierzajcie mi, że umysł kobiet, równie jak mężczyzn, jest zdolnym do pojęcia wyższych prawd w dziedzinie nauk przyrodzonych. Historya téj nauki świadczy o tém, przytaczając uczone kapłanki Uranii, które tu wymiéniamy; *Hipacya*, żyjąca na początku V. wieku; *Kunicowa*, żyjąca wpołowie XVII. wieku; *Eimart*; *Dumée*; żona *Heweliusza*; siostry *Manfredi*; trzy siostry *Kirchowne*; żona *Kirchera*, z domu *Winkelmann*; *Emilia du*

Chatelet; Księżna *Puzynina*, Pani *Lepaute*; Angielka *Edwards*; Pani *Piery*; *Karolina Herszel*; Pani *Lalande*; uczona *Sommerville*; jéj tłumacz Panna *Melien*; Amerykanka *Bouvier*; i Panna *Ulliac Tremadeure*.

Nie jedna także z was zajmuje się poznawaniem przyrody i w swojém zaciszu śledzi ją ciekawém i badawczém okiem. Nie jedna z was zwiększy szereg tych zwolenniczek astronomii, patrzących w niebo na konstellacye *Panny*, *Kassyopei*, *Korony północnéj*, *Tarczy Sobieskiego*, *Ciołka Poniatowskiego* i t. d.

Pogadanka 2.

Słońce nasze jest gwiazdą, należącą do drogi mlécznej. Jego bieg postępowy. Ciała niebieskie pozornie tylko spoczywają. Wprzyrodzie wszystko się porusza.

Przebieżmy teraz szybkim lotem błyskawicy tę część świata powszechnego, któréj oko nasze gołe, lub uzbrojone dosięga; a poznamy, jakie położenie w przestrzeni zajmuje nasza ziemia, do jakiego ona układu należy; poznamy jéj obrót dzienny i bieg roczny i wymiary świata powszechnego, dla nas widzialnego.

Gdzie jesteśmy? — dokąd dążymy?

Znacie zapewne, ciekawe czytelniczki, tę świetną drogę S. Jakóba, którą teraz zowią *drogą mléczną*. To opasujące nas szerokie koło rozdziela się na dwie odnogi, prawie w połowie swojéj długości. Pas ten jest zbio-

rem milionów słonc, podobnych do naszego tak co do wielkości, jak i co do światła. Droga mléczna tworzy pierścień, którego obręcz nasadzona jest drogiémi kamiéniami różnéj barwy i jasności. Blizko jego środka znajduje się nasze słońce z swoim orszakiem planet, księżyców i komet.

Wyobraźmy sobie, żeśmy się oddalili od środka tego pierścienia tak daleko, iż ten wydaje się nam jak obłoczek; bo téż to jest niezaprzeczoną prawdą, że oddalając się coraz bardziéj od przedmiotu, coraz go mniejszym widziémy. Uzbrójmy natenczas oko nasze silnym teleskopem, a ujrzémy obłoczek ten rozdzielony na bardzo małe gwiazdeczki. W środku tego obłoczka dostrzeżemy gwiazdę średniéj wielkości i ta to jest naszém słońcem, czyli raczéj wyobrazić tam sobie powinniśmy cały świat sloneczny. Ten nie jest utworem wyobraźni, jest on skutkiem pochodzącym z bardzo małych odległości tych gwiazdeczek pomiędzy sobą, jestto wypadek z zagłębiania się w przestrzeni nieba, ponieważ astronom dochodzi głębokości nieba, podobnie jak sternik zapuszcza swą ołowiankę w głębie oceanu.

Jak na drodze mlécznéj tak i na innych miéjscach nieba widziémy uzbrojoném okiem mnóstwo gwiazd pozornie do siebie zbliżonych; z pomiędzy tych jedne są pojedyncze, drugie podwójne i takie, że gwiazdeczka mniéjsza opisuje drogę owalną (ellipsę) około większéj; albo jedne znajdują się za drugiémi tak daleko, iż pomiędzy niémi nie masz żadnego związku fizycznego. Te ostatnie zowią się gwiazdami podwójnemi *optycznemi*, piérwsze zaś *fizycznemi*. Gwiazdy takie podwójne znajdują się nie tylko w obłoczkach, ale i na innych miéjscach nieba, jak to ma miéjsce dla *gwiazdy biegunowéj*, która jest podwójną.

Rzecz godna uwagi, że słońca te podwójne odbywają swoje biegi na mocy tych samych praw co planety, księżyce i komety; na mocy tych praw oznaczyli astronomowie dla znacznéj liczby tych gwiazd czas całkowitego obiegu, i tak: gwiazda w konstellacyi *Herkulesa*, która się zowie *Ceta*, obiega gwiazdę większą w 36 latach.

A zatém gwiazdy, które mieliśmy za stałe, mają swoje ruchy powolne; a nawet i słońce

nasze ze swoim orszakiem dąży do pewnéj gwiazdy w konstellacyi *Herkulesa.* Słońce znowu i inne światy, oraz wszystkie gwiazdy krążą w około *Alcyony,* gwiazdy w konstellacyi *Plejad.*

Oto krótka odpowiedź na zapytanie dokąd dążymy.

Otwórzmy teraz księgę praw przyrody, a przekonamy się, że człowiek, polegając na świadectwie zmysłów, wszystko odnosił do siebie i do ziemi; błądził w tém, że uważał siebie i ziemię za środek całego świata: tak to ta ziemia ogromna, mniemane ognisko świata słonecznego, stała się w wieku XVI proszkiem piasku w porównaniu ze słońcem, lub z każdą inną gwiazdą.

Jest to złudzenie, kiedy prawdziwy dzienny obrót ziemi, przypisujemy niebu. Nauka prostuje ten nasz błąd i pokazuje, że ziemia obrotem swoim sprawia pozorny ruch całego nieba w kierunku przeciwnym; nadto że jak ziemia, tak i świat słoneczny i te gwiazdy stale są w ruchu rzeczywistym.

W przyrodzie wszystko się porusza, a nic nie spoczywa; i tak na ziemi dostrzegamy

ruchy obrotowe, przenośne i wybracyjne. Każde ciało niebieskie obraca się około swojéj osi, krąży około swojego słońca, a ostatnie unosi siła pewna w dalsze okolice nieba.

Kogóż to wszystko nie zadziwi? Któż nie zwróci na to swojéj uwagi, że umiejętność, oprócz materyalnego pożytku, posiada i użytek duchowy, filozoficzny: jestto szkoła metodyczna, w któréj ostrzy się i hartuje rozum na korzyść postępu ludzkiego, który rozszérza pole naszych idej, wskazuje myśli jéj właściwe znaczenie i rozprasza widma przesądu, nie tracąc bynajmniéj swojego piękna.

Pogadanka 3.

Słońca i gwiazdy mgliste. Światy, które się tworzą, zmieniają i giną. Wyobrażenie o ciągłém stwarzaniu.

Kiedy Fontenelle w swojém pięknem dziełku, pod nazwą: „O wielości światów" które Eustachy Dębicki pijar w r. 1765 spolszczył, podał tę śmiałą myśl, że i inne światy są zamieszkane, że na nich znajdują się istoty rozumne i instynktowe, zwierzęta, rośliny i minerały, ale te zgodne z naturą swojego świata; natenczas Margrabini wyrzekła: przypuszczenie twoje jest zupełnie nowém, ponieważ obala wszystkie dawniejsze pomysły. Czyż podanie nie nauczało naszych przodków, że ziemia jest tylko zamieszkaną; że wszystko dla niej Bóg stworzył; że słońce, księżyc, gwiazdy świecą na niebie, ażeby nam dnie i nocy oświecały; że słońce

rozgrzéwa naszą ziemię, ażeby istoty organiczne powstawały, rosły i dojrzéwały."

Fontenelle w swoim czasie był czytany; zajmowano się nim, ale z postępem nauki zeszedł z poła, chociaż i teraz z zajęciem czytać go można.

Słońce zdaje się być uosobieniem ciepła i światła i dla tego starożytne ludy cześć boską mu oddawały. Słońce nie jest ciałem jedynem; miliony milionów podobnych jemu gwiazd zdobią niebo. Podróżujmy zatém, a jeżeli nie jesteśmy utrudzeni, udajmy się w przestrzeń, powitajmy słońce, które się różni od planet i księżyców tém, że własném światłem świeci, kiedy tymczasem nadobna Wenus, inne planety i księżyce, będąc od słońca oświécone, odbite nam tylko przesyłają światło. Gwiazdy równie własném, a nie od słońca pożyczoném, światłem błyszczą. Ale pomiędzy temi słońcami, co za rozmaitość?— są one koloru białego, błękitnego, granatowego, różowego, czerwonego i zielonkowatego. A kolory te nie są to złudzenia, są to konieczne skutki optyki, są to prawdziwe barwy ich promieni świetnych. Gamma Andromedy

jest gwiazdą podwójną: jedna z nich świéci pięknym pomarańczowym kolorem, druga czystym zielonym. Niektóre wielokrotne gwiazdy, ułożone w grupy, tworzą oddzielne układy i przesyłają do naszego oka wszystkie kolory tęczy. Pomiędzy témi barwami panuje kolor biały i błękitny. Zresztą rzadko dwie gwiazdy, podwójną gwiazdę składające, są jednakowego koloru.

Uważajmy, że słońca te mają swoje własne biegi i okrążają drugie w tysiącach lat; a ztąd i słońce nasze nie jest nieruchomém, ale razem z innémi robi obroty i obiega Alcyonę, oddaloną od nas o 953 bilonów mil, w 27 i $^1/_2$ milionach lat.

Niektóre gwiazdy zmieniają swój kolor i swój blask; są i takie, które się nagle zjawiają, te ostatnie zowią się *nowémi*, a piérwsze *zmiennémi*. Gwiazdę nową spostrzegł Tycho Brahe, która w r. 1572 jaśniała jak Syryusz lub Jowisz, a nawet jak Wenus: gwiazda ta, świécąc przez dwa lata kolorem białym, stała się czerwoną, później żółtą, i odzyskawszy swoją początkową barwę, zniknęła i dotąd nie była widzianą. Przez siedmnaście

miesięcy nie zmieniała ona swojego położenia na niebie.

Inne znowu gwiazdy są zmienne, to jest, podlegają peryodycznej zmianie światła, a do takich to należy gwiazda *Dziwna* w Wielorybie, która w 332 blizko dniach, przechodzi od drugiej do szóstej wielkości i znowu napowrót coraz mocniej błyszczy.

Jakże teraz wytłumaczyć tę peryodyczność natężenia światła? zdaje się, że gwiazdy takie obracają się w około swoich osi, i dla tego widziemy różne części ich powierzchni, rozmaite co do barwy i co do blasku.

Powróćmy znowu do naszych słońc.

Pomiędzy gwiazdami podwójnemi panują kolory zielony i błękitny. Rzucono pytanie, czy gwiazdy błękitne nie są to gwiazdy zmniejszające się, a nakoniec niknące.

Obłoczki i gwiazdy mgliste są to mnóstwa drobnych gwiazdeczek; są to drogi mleczne, oddalone od nas bardzo znacznie, kształt ich jest różny, najczęściej kulisty; w swoim środku mają gwiazdę większą, jakby jądro, a ta otoczona jest milionami gwiazdeczek.

Pewną jest rzeczą, że siła powszechnego ciężenia działa tu podobnie jak na planety i księżyce, t. j. ujednostajnia biegi tych obłoczków. Tu to gromadzi się światło różnej barwy i blasku, i dla tego powiedzieć można, że gwiazdy czyli słońca tworzą się, rozwijają i giną.

Carus sławny fizyolog powiedział: przyrodą jest to wszystko co rośnie, ciągle się rozwija, i żyje, przez ciągłą zmianę kształtu i wewnętrznego ruchu nabiera.

Humboldt w swoim Kosmosie wyrzekł: o akcie stworzenia, o początku wszech rzeczy, o przejściu z nicości do bytu, nie może nam dać wyobrażenia ani doświadczenie, ani rozumowanie.

Jest to wszystko wieczną zaporą dla ciekawości naszéj: poprzestać musiémy na tém co wiémy, a co jest tylko cząsteczką tego, czego nie wiémy.

Pogadanka 4.

Niebo przedstawia historyę gwiazd. Prędkość światła. Wyobrażenie wieczności świata.

Powróćmy na ziemię i z niéj rozważajmy tę nieskończoną kulę nieba, która jest granicą naszego wzroku; w niéj odbywają swój bieg wszystkie słońca i krążące około nich planety, księżyce i komety.

Pragniémy w téj pogadance zwrócić uwagę waszą na te prawdy, które są wypływem bezdenności przestrzeni; pragniémy zapoznać was z światem powszechnym widzialnym.

Ogarnijcie jednym rzutem oka sklepienie nieba. Po chwili dojdą do oka waszego promienie światła, z wielkiéj oddali przybywające. Tu przedstawi się wam obraz tarczy Jowisza i otaczające go cztéry księżyce; tam Saturn z swojémi pierścieniami; gdzie indziéj znowu mglista gwiazda Herkulesa; nakoniec

Syryusz i inne gwiazdy pojedyncze, lub wielokrotne. Otóż te wszystkie ciała niebieskie, które za równoczesne uważano, nie są rzeczywiście takiémi. Wszystkie poczęły się w rozmaitych epokach, poprzedzających ich dostrzeżenia okiem naszém.

Tę ideę objaśni nam następujący przykład: znajdują się księżyce Jowisza, które kryją się często po za jego tarczę i wynurzają znowu; i to w położeniu takiém, że albo słońce znajduje się pomiędzy ziemią i Jowiszem, albo ziemia znajduje się pomiędzy słońcem i Jowiszem, czyli w *złączeniu* Jowisza z słońcem i w jego *przeciwległości*.

Czasy tego pojawu, w dwóch punktach sobie przeciwległych, są różne, i różnica ta pokazuje, ile światło potrzebuje czasu do przejścia średnicy drogi ziemskiej; a że średnica ta wynosi 41,364,658 mil geogr., a różnica wczasie 16 minut i 26 sekund, ztąd prędkość światła na jednę sekundę wynosi mil 41,518.

Kiedy zatém światło nie dochodzi do oka naszego w oka mgnieniu, to też nie widziémy nieba tak, jak jest, ale tak, jak w różnych epokach było; i gdyby jaka gwiazda zgasła na

niebie, to byśmy ją widzieli jeszcze przez tyle lat, ile światło potrzebuje do dojścia od niej do naszego oka.

Słusznie zatém Arago powiedział:

„Widok nieba w każdéj chwili opowiada nam historyę gwiazd."

A na innem miéjscu:

„Nie widziémy nieba tak, jak jest, ale tak, jak w różnych epokach było."

A cóż uwiecznia świat? światło, ponieważ promień dochodzący nas, wyszedł zapewne przed wiekami i świadczy, że świat trwał, trwa i trwać będzie na wieki wieków.

Pogadanka 5.

Swiat powszechny widzialny.

Ileż to w tym prędkim przebiegu światów znajduje się pytań ciekawych i ważnych.

W tej chwili, kiedy śledzimy drogę mléczną, w téjże chwili pytamy się, czy i świat nasz słoneczny do miryadów jéj gwiazd nie należy; i wrzeczy saméj gwiazdy te ułożone są w kształcie soczewy, wewnątrz któréj, nieco z boku, znajduje się świat nasz słoneczny.

Uważano, że najuboższe okolice nieba w gwiazdy świetne, bogate są w obłoczki, w mgławki Jestto zgodne z hypotezą Herszla i jego zwolennika Arago, którzy uważają, że te obłoczki i mgławki pociągnęły za sobą i pochłonęły inne gwiazdy.

Pomiędzy gromadami gwiazd znajduje się wiele tak ułożonych, że niewiadomo, czy

przypisać należy to nagromadzenie ślepemu przypadkowi, czyli też uważać tylko za wypadek perspektywy. Sławna kupka gwiazd w Plejadach, w liczbie sześciu lub siedmiu, gołém okiem widzialnych, powiększa się do czterdziestu i więcéj, teleskopem Lorda Rosse dostrzeganych; podobnie cudną jest kupka gwiazd w konstellacyi Raka i Hyady w Byku. Są to gromadki, które ulegają prawom niezmiennym i wiecznym. Nie są one same tylko, ale jest ich więcéj.

Niebo gwiazdziste pełne jest podobnych gromadek, ale opisać je po szczególe, nie mamy na to czasu, i nie to jest naszym celem.

Chcemy wam, czytelniczki, przedstawić świat powszechny widzialny i do tego przystępujemy:

Kiedy turysta zwiedza okolicę górzystą, poprzerzynaną dolinami, pokrytą lasami i chce mieć dokładne wyobrażenie o jéj kształcie, to natenczas karta topograficzna téj okolicy jest jemu bardzo pomocną, ponieważ ta przedstawia mu nie tylko okolicy téj narys poziomy, ale za pomocą cieni pokazuje mu wyniesienia gór, zagłębienia dolin i rozległość wy-

zyn. Cóż to jednak za oschłość jest w téj mappie, co za brak obrazów malowniczych; i dla tego przenosi się on na najwyższy szczyt téj okolicy, dla otrzymania jéj panoramy; a i tu złudzeń unikać powinien, które mu perspektywa powietrzna nastręczyć może. Znany nakoniec jest sposób, jeżeli ten tylko użyty być może, wzniesienia się balonem, i zdjęcia téj okolicy w perspektywie ptasiéj. Z takiéj wysokości, z zawieszonéj łodzi, rutynista zdéjmuje wszystkie szczegóły i ogół téj okolicy tak, że się nic z jéj piękności nie utraca.

Oto są pomoce do poznania widoku świata: najprzód mappy nieba, powtóre globy, kule obręczowe, czyli armillarne, które służą do obeznania się z gwiazdami, do różnych gromad należącémi. Ziemia sama, tyle dogodna do dostrzegań, służy za podstawę do uważania wspaniałych konstellacyj dwóch Niedzwiedzi, Oryona, Psa wielkiego, Krzyża południowego i t. d. Gromady te są ozdobą sklepienia nieba północnego i południowego. Ale kiedy ziemia ta dostrzegalna jest ruchomą i opisuje w ciągu roku owal (ellipsę)

w około słońca, którego oś wielka przeszło 41 milionów mil wynosi, natenczas punkta stałe, do których my odnosimy położenie gwiazd, są także ruchome; a ztąd różne poprawy do rachunku tych położeń wprowadzić należy, chcąc otrzymać położenia te prawdziwe.

Przenieśmy się teraz poza granice świata słonecznego. Piérwsza, jaka się tu myśl nastręcza, jest ta, że miary jakiémi są: mila, promień ziemski, średnia odległość ziemi od słońca, są bardzo drobnémi, a tém samém niedostatecznémi jednościami do wyrażania odległości słońca od słońca, lub gwiazd od ziemi naszéj. Światło, czyli raczéj jego prędkość, służy do wyrażania za pomocą czasu tych odległości, jakiego światło to na przebieżenie całéj drogi od gwiazdy do ziemi potrzebuje.

Najbliższa gwiazda, *alfa* Centaura, jest tak oddalona, że światło od niéj dochodzi dopiéro do oka naszego w latach 3.622; od gwiazdy zaś biegunowéj przychodzi do nas światło w latach 31,136.

Ostatnie jeszcze rozbierzemy tu pytanie: czy przestrzeń jest próżną, czy téż jakim

płynem napełnioną. Rozwiązanie tego zajmowało filozofów od wieków i różne przypuszczenia co do tego podawano. Dopiéro *Enke*, rachując kometę Ponsa, nazwaną późniéj Enkiego, doszedł, że przestrzeń wypełnia *eter*.

Kończymy tę pogadankę témi słowy: „Rodzić się, żyć i umiérać jest nieodzowném przeznaczeniem każdéj istoty: grób jednéj jest równocześnie kolébką drugiéj.”

Pogadanka 6.

Słońce, Planety, Księżyce i Komety.

Nie jedna z czytelniczek zrobi tę uwagę, że nasze pielgrzymki są trudzące tak, że się wkońcu rozum gubi, a imaginacya błąka po głębiach eteru. Lecz nie ten był nasz zamiar, nie do tego dążyła nasza myśl. Chcieliśmy w rzeczy samej pokazać czytelniczkom stosunek innych światów do naszego świata.

Ale czy jest rzeczą dostateczną podać w Astronomii jej ogólne tylko zarysy? czy nie należy dokładnie poznać praw, którym ciała niebieskie są posłuszne? Tak jest: należy te prawa poznać i skutki ich należycie ocenić.

Wypadki tu są wielkie, badania nieba obszerne, a niezliczona liczba gwiazd nie tak łatwo da się wyśledzić, nie tylko co do ze-

wnętrznej, ale i co do wewnętrznéj swojéj przyrody.

Swiat powszechny jest nagromadzeniem miryadów słońc, czyli gwiazd, obłoczków i mgławek, a ruch tych mass jest wypadkiem prawa przyrody, które tak brzmi: „*Ciała przyciągają się w stosunku prostym swoich mass i w stosunku odwrotnym kwadratów ze swoich odległości.*"

Lecz któreż to są słońca? jaka jest ich budowa? jakie prawa niémi rządzą? czy im inne ciała nie towarzyszą? Oto pytania, na które odpowiedzieć usilnie starać się będziemy. Uczeni zajmują się niémi od wieków, a lubo dotąd nie wszystkie zostały rozwiązane, jednak to co wiémy, znacznie naukę astronomii posunęło.

Doszli astronomowie wielu praw, podług których ciała niebieskie swoje obroty i obiegi odbywają, i tym sposobem dopięli po większéj części celu swoich badań.

Najmocniejsze lunety pokazują nam gwiazdy, jako punkta matematyczne, które nawet najcieńsza nitka pajęczyny, osadzona w mikrometrze szkła ocznego, zakrywa. O naturze

tych gwiazd nie wiele wiémy, ale światło ich mocne przekonywa, że świecą własném, a nie obcém światłem. Dodajmy do tego, co o ich barwach, odległościach, obrotach i obiegach wiémy, a to będzie wszystko cośmy dotąd o gwiazdach poznali.

Wiémy, że słońce jest gwiazdą; że świat słoneczny jest małą tylko cząstką świata powszechnego. Znamy nakoniec prawa i ich naturę o tyle, o ile poznać było można. Jeżeli nam tu wypadnie użyć niektórych wyrazów technicznych i matematycznych, to te późniéj objaśnimy i ich znaczenie wskażemy; starać się jednak będziemy przemawiać do was językiem pospolitym.

Przypomnijmy teraz, co składa świat słoneczny: *Słońce. jako ognisko, planety, planetoidy, księżyce i komety.*

Starożytni liczyli siédm planet, ale w rzeczy saméj znali tylko pięć, szóstą u nich, z porządku piérwszą, był księżyc, a siódmą, z porządku czwartą, słońce. Kopernik zrucił ziemię z swojego tronu i osadził na nim słońce. Herszel odkrył poza Saturnem planetę, która się *Uranusem* zowie. Galle w Berlinie podług

wskazań Leverriego, odkrył ostatnią z głównych i dziś znanych planet, która się zowie *Neptunem.*

Znamy zatém ośm planet większych: *Merkurego, planetę Wenus, Ziemię, Marsa, Jowisza, Saturna, Uranusa* i *Neptuna.*

Oprócz tych odkryto w bieżącym wieku siedmdziesiąt siedm planetoid pomiędzy Marsem i Jowiszem i jednę pomiędzy Słońcem i Merkurym.

Z księżyców jeden towarzyszy ziemi, cztéry Jowiszowi, ośm Saturnowi, ośm Uranusowi i jeden Neptunowi; razem więc znamy ich dwadzieścia dwa.

O kometach oddzielnie mówić będziemy.

Z pomiędzy gwiazd najbliższa nas jest słońce, ognisko świata słonecznego. Słońce przewyższa planety swoją objętością, massą, światłem, ciepłem, a może i magnetyzmem, tudzież elektrycznością; jest ono zródłem wszystkiego życia. Około niego w różnych odległościach krążą planety i planetoidy w porządku wyżéj podanym. Księżyce krążą około swoich planet głównych, a z niémi razem w około słońca.

Słonce oddalone jest od ziemi o 20,682,329 mil geograficznych. Gdyby do niego poprowadzona była kolej żelazna, to szybkim pociągiem, ujeżdżając 7 mil na godzinę, potrzebowalibyśmy 337 i $^{2}/_{3}$ lat.

Pomiędzy odległościami planet od słońca panuje prawo doświadczalne następujące:

Pisząc szereg liczb 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384, i dodając 4 do każdego wyrazu, będzie 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196, 388; mnożąc każdy wyraz przez 2, otrzymamy przybliżone odległości planet od słońca w milionach mil; jest więc Merkury oddalony od słońca o 8 milionów mil, Wenus o 14 milionów i t. d.

Wielkość, czyli objętość planet idzie w tym porządku: Merkury jest 17 razy mniéjszy od ziemi, Wenus prawie równa, Mars jest 7 razy mniéjszy, Jowisz 1491 razy większy, Saturn 772, Uranus 87 a Neptun 77 razy większy od ziemi. Księżyc jest 49 razy mniéjszy od ziemi.

Budujmy nakoniec model dla uzmysłowienia świata słonecznego na taką skalę, ażeby średnicę ziemi, wynoszącą 1719 mil, wyobrażała jedna stopa. Umieśćmy w dowolnym

punkcie ziemię t. j. kulę jednostopową i odmierzmy od jéj środka trzy wiorsty; w tém miéjscu będzie środek słońca, które wyobrażać będzie kula średnicy 18 i $^1/_3$ sążni. Od środka tego słońca będzie Merkury o 1 i $^1/_6$ wiorsty oddalony i wyobrażony przez kulę 4 i $^1/_2$ cala średnicy; z kolei kula średnicy 11 i $^4/_5$ cala, oddalona od słońca 2 i $^1/_6$ wiorsty, wyobrażać będzie planetę Wenus. Ziemia oddaloną będzie na modelu o 3 wiorsty od słońca. Mars, którego wyobraża kula średnicy 6 i $^1/_5$ cala, oddalony jest o 4 i $^3/_5$ wiorsty; Jowisz średnicy 11 i $^1/_6$ stopy oddalony jest od słońca o 15 i $^3/_5$ wiorst. Saturn ma średnicy 9 i $^1/_2$ stopy i znajduje się na modelu w odległości 28 i $^3/_5$ wiorsty od słońca. Uranus średnicy 4 i $^1/_3$ stopy oddalony jest o 57 i $^1/_2$ wiorsty; nakoniec Neptun, średnicy 4 i $^1/_4$ stopy, oddalony jest od słońca o 90 wiorst. Księżyca średnica wynosi 3 i $^2/_7$ cala, a odległość od ziemi 30 stóp. Jeżeli zatém słońce jest w dworcu kolei żelaznéj Warszawsko-Wiedeńskiéj, to Merkury będzie przy rogatce, Wenus przy kolumnie żelaznéj, Ziemia w połowie drogi do Włoch, Mars o dwie

wiorsty dalej jak Ziemia, Jowisz w Pruszkowie, Saturn w Grodzisku, Uranus pomiędzy Radziwiłowem i Skierniewicami, a nakoniec Neptun w Rogowie.

Taki model rzeczywiście wykonany, dałby nam stosunkowe wyobrażenie o wymiarach świata słonecznego.

Pogadanka 7.

Układ słoneczny. Bieg postępowy i ruch obrotowy. Prawa Keplera.

Nim pogadankę tę rozpoczniémy, powinniśmy całą myśl naszą podać. Obawiamy się, ażeby czytelniczki, przeczytawszy tytuł jéj, nie porzuciły książki: Układy, obroty, biegi, prawa, są to wyrazy, którym w astronomii zwykle towarzyszą figury geometryczne, mniéj lub więcéj zawikłane, formuły długie i nieprzystępne.

Bądźcie jednak pewne, że my was temi hieroglifami nie poczęstujemy.

Wyliczyliśmy ciała, do świata słonecznego należące; podaliśmy ich przybliżone odległości od słonca i ich wielkości, teraz pragniémy, ażebyście powzięły dostateczne wyobrażenie o ich obrotach i biegach.

Jakże wzniosłe są fenomena siły powszechnego ciążenia, jakie proste są prawa biegów tych ciał, jak tu wszystko się równoważy, jaka tu trwałość wieczna; a przeszkody nawet, któreby powinny nieład zrządzić, świadczą o największym porządku.

Siła powszechnego ciążenia i siła odśrodkowa, której przykład daje nam błoto od koła wozu odrzucane, kamień z procy wyrzucony, kołowrotek garncarski, obręcz stalowa na osi osadzona i szybko obracana, i t. d. są głównémi przyczynami obrotów i biegów postępowych, planet i księżyców, w przestrzeni nieba wolno zawieszonych.

Wiécie i widzieliśmy to, że słońce z całym swoim orszakiem krąży po drodze nieznanéj, pod wpływem zapewne daleko większego słońca, i kieruje się ku gwiazdzie w Herkulesie i obiega Alcyonę, to słońce środkowe, podane przez Mädlera, astronoma dorpackiego. W tym biegu, którego prędkość jest bardzo mała, zachowują planety to samo położenie względem słońca, tak że środek słońca za nieruchomy uważać możemy; około niego obiegają planety drogi owalne, eliptyczne,

różne co do wielkości, a w których wspólném ognisku znajduje się słońce.

Kopernik w dziele swojém „*o Obrotach ciał niebieskich*,” drukowaném w Norymberdze w 1543 r., podał piérwszy, porządek, w którym po sobie planety następują, i zgruchotał te kółka, toczące się po kołach, które bałamuciły rozum ludzki przez tyle wieków; przeniósł w tym układzie Arystotelowo-Ptolomeuszowskim ziemię do planet, a osadził słońce w tém spólném ognisku.

Kopernik, Polak, podał porządek ciał niebieskich do świata słonecznego należących: rodowości jego nie wywalczą nigdy niemcy, a co do jego pochodzenia trzymać będą palmę zwycięztwa Śniadecki, Krzyżanowski, Rychter, Szulc, Bartosiewicz nad Westfalem, Petersem, Prowem, którzy go niemcem robią, kiedy on sam we Włoszech zapisał się w księdze Polaków w Akademii Padewskiej. Dzięki Wachlerowi, rodowitemu niemcowi, który Kopernika w swojéj literaturze ogólnéj głosi Polakiem; dzięki francuzom i anglikom, którzy nigdy Kopernika nie zowią Niemcem, ale mienią go Polakiem.

Kepler na zasadzie dostrzeżeń Tycho Brahego, podał trzy prawa biegu tych ciał, a Newton ujął je w jedno prawo.

Trzy narody stworzyły główną teoryę téj nauki: Polska, Niemcy i Anglia. Dzięki Opatrzności, że i nasz rodak miał w tém wielkiém dziele swój udział, czyniący zaszczyt i będący chlubą narodu naszego. Wiek XVII jaśnieć będzie na wieki, a Kopernika, Keplera i Newtona zdobić będzie korona zwycięztwa nad wszystkiémi innémi astronomami.

Niezmienne prawa biegu ciał niebieskich podał Kepler w 66 lat po układzie Kopernika; i te są następujące:

Drogi planet nie są to koła, ale ellipsy, w których wspólném ognisku znajduje się słońce.

Powierzchnie wycinków, które promień wodzący opisuje, są proporcyonalne do czasów, na ich opisanie łożonych.

Kwadraty z czasów całkowitych obiegów są w stosunku sześcianów z osi wielkich.

Pierwsze prawo służy do wytłumaczenia różnych odległości planety od słońca i niejednostajności jéj biegu. Drugie służy do wyznaczenia na każdy czas położenia planety na

swojéj drodze. Trzecie zaś wykrywa odległość planety od słońca, skoro wiadome są: czas obiegu planety i taki czas obiegu ziemi, tudzież odległość ziemi od słońca.

Wypadek swojéj olbrzymiéj śiedmnastoletniéj pracy zebrał Kepler w kilku wierszach; ale stanął za to obok Kopernika i unieśmiertelnił swoje imię.

Czy droga pozorna słońca jest kołem? czy słońce znajduje się w środku, czy poza środkiem tego koła? to wszystko zbadał Kepler i przekonał:

Że droga ta jest *owalem* ogrodników, czyli *ellipsą.*

Że środek słońca zajmuje wspólne ognisko wszystkich ellips, po których planety krążą.

Że ellipsy te są różnéj wielkości, co od średniéj odległości planety od słońca zależy.

Że ellipsy te są mało, ale różnie spłaszczone.

Chcemy teraz ellipsę nakréślić na papiérze, to utkwijmy na nim dwa sztyfciki; przywiążmy do nich nitkę, dłuszą od odległości tych sztyfcików i w wyprężoną tak nitkę załamaną włożywszy ołówek, obwódźmy tenże aż do jego

powrotu na punkt początkowy, a wykreślimy *ellipsę*. Punkta, w które zostały wbite sztyfciki, zowią się *ogniskami*; linia łącząca ogniska i przedłużona aż do przecięcia się z obwodem ellipsy, jest jéj *osią wielką*, srodek tej osi jest *środkiém ellipsy*; z niego wyprowadzona prostopadła i przedłużona aż do przecięcia się z obwodem, daje téjże ellipsy *oś małą*. Im mniéjsza jest różnica pomiędzy osią małą i wielką, tém bardziéj zbliża się ellipsa do koła. Linia łącząca punkt którykolwiek, na obwodzie ellipsy obrany, z ogniskiém, jest *promieniem wodzącym*. Dwa promienie wodzące, do jednego ogniska poprowadzone, zamykają *wycinek elliptyczny*. Otóż wszystkie wiadomości o ellipsie, do zrozumienia naszego wykładu potrzebne.

Kiedy w ognisku znajduje się słońce, a promienie wodzące, jak to oczywiście ma miéjsce, są różnéj długości, to też i tarcze planet raz większe, drugi raz mniéjsze widziémy. Najmniéjszą jest tarcza, kiedy promień wodzący jest najdluższy; ńajwiększą, kiedy ten promień jest najkrótszy.

Dwa te punkta, w których oś wielka przecina obwód ellipsy, a w których tarcza planety, uważana z środka słońca, wydaje się w jednym największa, w drugim zaś najmniejsza, zowią się, piérwszy punktem *przysłonecznym* a drugi punktem *odsłonecznym*.

Uważajmy teraz łuczki elliptyczne tak drobne, że je za linie proste wźiąść można; natenczas łatwo przekonamy się, że trójkąty zawarte pomiędzy dwoma promieniami wodzącemi i łuczkiém, czyli tym boczkiem, są równe co do swoich powierzchni, jeżeli czasy im odpowiadające są równe; proporcyonalne zaś do tych czasów, jeżeli te są różne. I tę to prawdę zamyka w sobie drugie prawo Keplera.

Pozostaje nam jeszcze wyjaśnić trzecie jego prawo, które odnosi się do odległości i czasów całkowitych obiegów. Czasy te są:

Merkury	obiega słońce w		88	dniach.
Wenus	,,	,,	225	,,
Ziemia	,,	,,	$365\frac{1}{4}$	,,
Mars	,,	,,	1 r. 322	,,
Jowisz	,,	,,	11 l. 315	,,
Saturn	,,	,,	29 l. 167	,,

Uranus obiega słońce w	84 l.	6	dniach.
Neptun „ „	164 l.	225	„

Księżyc obiega ziemię w 27 dniach 7 godzinach 43 minutach 12 sekundach.

Z obiegów tych wypadają średnie odległości od słońca następujące:

Merkury	8,005,523	mil geograficznych.
Wenus	14,960,149	„ „
Ziemia	20,682,329	„ „
Mars	31,699,598	„ „
Jowisz	107,605,402	„ „
Saturn	197,485,635	„ „
Uranus	396,736,510	„ „
Neptun	621,169,150	„ „

Odległość księżyca od ziemi 51,803 m. ge.

Czas zaś obrotu około osi jest następujący:

Merkury	do zrobie. całego obro. potrzeb.	24 g.	5 m.	0 s.
Wenus	„ „ „ „ „	23 „	21 „	21 „
Ziemia	„ „ „ „ „	23 „	56 „	4 „
Mars	„ „ „ „ „	24 „	27 „	22 „
Jowisz	„ „ „ „ „	9 „	55 „	26 „
Saturn	„ „ „ „ „	10 „	29 „	17 „

Uranusa czas jest nieznany.

Neptuna czas jest nieznany.

Księżyc potrzebuje 27 dni 7 g. 43 m. 12 s., a ztąd księżyc, którego czas obrotu równa się czasowi obiegu, jest do nas zawsze tą samą prawie stroną tarczy obrócony.

Pomnóżmy każdą liczbę oznaczającą bieg całkowity przez siebie samą, a nateneczas otrzymamy kwadraty z czasów całkowitych obiegów.

Pomnóżmy znowu średnie odległości przez siebie, a otrzymamy kwadraty z nich; te pomnóżmy przez te same średnie odległości, a iloczyny ztąd wypadające, będą sześcianami z średnich odległości.

Trzecie prawo Keplera jest zatem następujące:

Kwadraty z czasów całkowitych obiegów są proporcyonalne sześcianom z ich średnich odległości.

Czasy obiegu planet są, jak widziemy, związane z ich średniemi odległościami; a ponieważ te są niezmienne, więc też i te czasy są stałe.

Dodajmy, że prawa te mają miejsce dla księżyców i dla komet. Te same prawa służą także i dla gwiazd, położonych za granicą świata słonecznego, dla gwiazd podwójnych i wielokrotnych, o których wyżej mówiliśmy.

Pogadanka 8.

Układ słoneczny. Obrót dzienny nieba. Biegi pozorne i prawdziwe planet.

Kopernik i Kepler uwiecznili się przez odkrycie prawdziwego układu słonecznego: piérwszy oczyścił chaos od pozornych biegów ciał niebieskich, uwolnił astronomię od epicyklów, t. j. kółek toczących się po kołach, których liczba rosła za czasów Ptolomeusza i doszła do siedmdziesięciu. Drugi ujął w prawa te wszystkie biegi i podał teoryę biegu planet, księżyców i komet. Gallileusz znowu i Newton streścili te prawa. Gallileusz podał i odkrył *prawa spadku ciał*, a Newton uogólnił je, i odkrył *siłę powszechnego ciążenia*. Pozostało dopełnić tego dzieła, potrzebna była mechanika nieba, a tę wypracowali: Clairaut, Dalambert, Euler, Lagranż, Plana, Laplace,

i t. d. Do zrozumienia tego ostatniego mechaniki niebieskiéj ułatwiła drogę uczona Sommerville, Burhardt, Bowditch i Pontecoulant.

Dzieło wiekopomne, oparte na stałych zasadach, które obaliło dawne błędy i przesądy.

Czytelniczki przebaczą, jeżeli zatrzymamy się chwilę nad tą abstrakcyjną częścią astronomii. Jest to rzeczywiście przyjemna przejażdżka, kiedy się podróżuje po całém niebie. Łatwo wtenczas zwraca naszą uwagę gwiazda mglista, lub słońce jasnéj barwy, albo kometa z warkoczem. Ale nie powinniśmy zapominać, że zjawiska te ciekawe i tyle rozmaite, są tylko materyałem nauki, są to martwe głoski, zapisane w księdze wieczności.

„Jeżeli ograniczymy się, mówi Laplace, do dostrzeżeń samych zjawisk, natenczas nauka jest tylko bezpłodnym słownictwem i nigdy na téj drodze nie dojdziemy do jéj ogólnych praw. Porównywając dopiéro te zjawiska z sobą, dochodząc ich stosunków, i zagłębiając się w tych coraz rozleglejszych zjawiskach, wykrywamy prawa, wiążące z sobą skutki najrozmaitsze. Wtenczas to przyroda, wychylając się z pod zasłony, wskazuje nam małą liczbę tych pier-

wotnych przyczyn, które zrodziły wszystkie wiadomości przez nas postrzeżone; wtenczas to możemy poznać fenomena, które rozkwitają; a kiedy się przekonamy, że nic nie miesza związku przyczyn z ich skutkami, natenczas przedstawia nam się szereg wypadków, które czas rozwija."

Wszystkie planety obiegają słońce w peryodach rosnących razem z swojémi od niego odległościami; wszystkie księżyce krążą podobnie w około swoich planet głównych, a razem z niémi około słońca. Równocześnie, kiedy odbywają te obiegi, obracają się tak planety jak i księżyce około swoich osi w tym samym kierunku, t. j. od prawéj ku lewéj ręce, czyli od zachodu na wschód.

Ziemia kończy ten swój obrót w 24 blizko godzinach, czyli w jednéj dobie, która się dzieli na dzień i noc. Obrót ten, który się zowie *dziennym*, jest przyczyną następstwa dni i nocy.

Słońce i inne ciała niebieskie obracają się także około swoich osi, ale o obrotach tych powiémy niżéj, zastanawiając się nad budową fizyczną słońca i tych ciał. Tu uważajmy tyl-

ko, że wszystkie poznane dotąd obroty i obiegi wykonywają ciała niebieskie od zachodu na wschód.

Obroty te są zupełnie jednostajne tak, że ziemia i inne planety, obracając się około swoich osi, opisują w czasach jednakowych łuki równe; a oś obrotu każdéj z nich postępuje, w czasie biegu rocznego, równolegle zawsze do piérwszego swojego położenia.

Nakoniec zwróćmy uwagę na biegi pozorne planet, wynikające ztąd, że na biegi te nie patrzymy z środka słońca, ale z powierzchni ziemi. Zawikłane te biegi opóźniały postęp astronomii, i od czasów dopiéro Kopernika, który prawdziwy układ podał, biegi te stały się bardzo łatwe do wytłumaczenia.

Planety ze względu na miéjsce, które ziemia w ich porządku zajmuje, dzielą się na *dólne* i *górne*, podług tego jak są bliższe lub dalsze od Słońca niż Ziemia. Do dólnych należą: Merkury i Wenus, tudzież niedawno odkryta planetoida pomiędzy słońcem i Merkurym. Do górnych zaś należą: Mars, planetoidy, Jowisz, Saturn, Uranus i Neptun.

Przypomnijmy nadto, że czas rocznego o-

biegu ziemi jest dłuższy od obiegu planet dolnych; jest zaś krótszy od takich obiegów planet górnych; i że planety krążą na płaszczyznach mało pochylonych do ekliptyki, czyli do płaszczyzny drogi ziemskiéj.

W jaki sposób dostrzegacz widzieć będzie posuwające się planety na niebie, kiedy je obserwuje z powierzchni ziemi? czyli innémi słowy, jakie biegi pozorne na niebie odpowiadają biegom prawdziwym?

Przystąpmy zatém do wyjaśnienia biegów pozornych, Merkurego i planety Wenus. Oczywistą jest rzeczą, że każda z tych planet oddalać się będzie od słońca, raz na wschód, drugi raz na zachód; to jest, poruszać się będzie od zachodu ku wschodowi i wracać od wschodu ku zachodowi, przechodząc raz przed tarczą słońca, drugi raz poza jego tarczą. W czasie przejścia od jednego kierunku do drugiego, planeta zdaje się zatrzymywać w swoim biegu. Ruch od zachodu ku wschodowi zowie się *kierunkowym*, od wschodu ku zachodowi *wstecznym*, a w przechodzie od kierunkowego do wstecznego i nawzajem, są *punkta stanowisk*. Przejścia te planet

przed tarczą słońca i zakrycie ich przez jego tarczę nie przypadają w każdym obiegu z przyczyny, że płaszczyzny dróg tych planet są pochylone do płaszczyzny drogi ziemskiej.

Oprócz tego Ziemia, biegnąc w tym samym kierunku co planety, sprawia to, że czas jednego całkowitego wachnienia jest większy od obiegów rzeczywistych Merkurego i planety Wenus.

Takie są pojawy pozornych biegów planet dolnych.

Oddalają się one od środka słońca w jednę i drugą stronę, a mianowicie: Merkury o 16 do 29 stopni; Wenus zaś o 48 stopni.

Przejdźmy teraz do planet zewnętrznych, których drogi obejmują drogę ziemską; zwracamy tu uwagę czytelniczek dla tego, że dotykamy bardzo delikatnego punktu, t. j. chcemy mówić o zgodzie biegów prawdziwych i pozornych.

Załóżmy, że w otwartém polu ustawiliśmy słup w środku C koła, średnicy 10 np. sążni, i niechaj jeden postrzegacz postępuje jednostajnie po okręgu tego koła; natenczas oko jego, obéjmując cały widnokrąg, odnosić bę-

dzie słup C w kierunku promieni ocznych do różnych przedmiotów ziemskich, jakoto: drzew, wież i t. p. za punkta porównania wziętych. Załóżmy daléj, że drugi spostrzegacz B znajduje się na okręgu większego koła, promienia 100 sążni i za nim dalekie drzewo. Załóżmy nadto, że środek słupa C, dwa postrzegacze A i B i odległe drzewo D znajdują się na jednéj i téj saméj linii prostéj. W miarę jak postrzegacz piérwszy A posuwać się będzie po piérwszéj cwiartce okręgu koła od strony prawéj ku lewéj, zobaczy on postrzegacza B nieruchomego, posuwającego się pozornie w kierunku przeciwnym od lewéj ku prawéj stronie, i odsłaniającego drzewo nieruchome, od którego, w miarę dalszego postępu, postrzegacz B co raz bardziéj od niego pozornie oddalać się będzie. Gdy piérwszy dojdzie do końca cwiartki okręgu koła, natenczas postrzegacz B zdawać się będzie nieruchomym i w spoczynku. Następnie gdy postrzegacz A przejdzie do drugiéj cwiartki okręgu koła, zobaczy drugiego B cofającego się w stronę przeciwną i zbliżającego się ku drzewu; nareszcie gdy A stanie na linii łączącéj słup

i drugiego postrzegacza B, wtedy słup i drugi postrzegacz B zakryją mu drzewo D. W dalszym biegu postrzegacz A, postępując po trzeciéj cwiartce, dojdzie do punktu, z którego widziany B będzie w stanowisku czyli spoczynku; w końcu gdy A ukończy cały swój obieg, postrzegacz B stanie w tém samém miejscu co wprzódy i zakryje drzewo dla A.

Teraz załóżmy, że i ten drugi postrzegacz B postępuje po okręgu swojego koła, 100 sążni promienia mającego, i w tym samym kierunku co i piérwszy A, z tą różnicą, że jego prędkość jest 30 razy mniejszą; to jest, że gdy piérwszy postrzegacz kończy swoje dziesięciu sążniowe koło np. w jednéj mimucie. natenczas drugi obiega swoje koło stusążniowe w 30 minutach czyli w pół godziny, i gdy pierwszy obieży okrąg, drugi tylko $^1/_{30}$ część zrobi całkowitego swojego obiegu; wtém założeniu wypadek co do biegów pozornych będzie prawie ten sam, z tą różnicą, iż ruchy kierunkowe i wsteczne będą powolne, i punkta stanowisk i najdalszych odsunięć od drzewa wypadną w innych miejscach, niż

wprzódy, ale zawsze w tym samym porządku po sobie następować będą.

Jeżeli teraz zmienimy porządek co do postrzegaczy, to jest, jeżeli piérwszy A będzie nieruchomy, a drugi na swojém kole wielkiém postępować będzie, wtenczas piérwszy A, widziany przez drugiego B, opisze całe koło, w tym samym kierunku co i B, i ruchów wstecznych nie będzie; lecz jeżeli obydwa postrzegacze odbywać będą bieg po swoich kołach, natenczas drugi widzieć będzie piérwszego przebiegającego połowę swojéj drogi biegiem wstecznym, a drugą połowę biegiem kierunkowym; punkta przemiany tych biegów będą punktami stanowisk postrzegacza A.

To właśnie zachodzi w biegu rocznym ziemi i planet. Piérwszy przypadek wystawia nam bieg ziemi i jednéj z planet górnych np. Saturna; drugi objaśnia nam bieg ziemi i planety dólnéj np. Merkurego.

Słup środkowy wyobraża nam tu słońce, postrzegacz A w piérwszym przypadku, na kole mniéjszém, przedstawia ziemię, z któréj bieg uważamy. Postrzegacz drugi B wyobraża

Saturna na kole większém, który na ukończenie całego obiegu około słońca potrzebuje blizko 30 lat, a zatém ma prędkość 30 razy mniéjszą jak ziemia, która swój bieg kończy w jednym roku.

W przypadku drugim odwrotnie rzecz się ma: postrzegacz albowiem drugi B przedstawia ziemię, któréj droga obejmuje drogę planety dólnéj np. Merkurego, którego przedstawia punkt A. Drzewo odległe D wyobraża nam punkt stały porównania, jakiemi są gwiazdy, rozsiane na sklepieniu nieba i nadzwyczaj od nas oddalone.

To doświadczenie odnosząc do nieba, widziémy, iż rzeczywiście Saturn, w ciągu swojego obiegu około słońca, zdaje się pozornie odbywać biegi kierunkowe i wsteczne, i w pewnych punktach, jakby w stanowiskach, zatrzymywać.

Otóż jest tłumaczenie biegów pozornych planet, które *Kopernik* piérwszy podał, a których przed nim, dla nieznajomości prawdziwego słonecznego układu, wytłumaczyć nie umiano.

Pogadanka 9.

Słońce. Jego obrót około osi. Budowa jego fizyczna.

Na ziemi mieszka, podług najnowszych doniesień geografów, około tysiąc milionów ludzi, którzy pracując, żeglując, napadając czasami na siebie, i to z potrzeby, mordują się, i myślą o coraz większém zaludnieniu. To wszystko, że tak powiémy, żyje na kuli ziemskiéj, używając swoich władz i doskonaląc je coraz bardziéj, łączy się w towarzystwa, zapełnia lądy i pruje morza, trzy czwarte części ziemi oblewające. Jego głównem źródłem jest naturalna płodność ziemi, zasilana coraz bardziéj staranną uprawą i kombinacyą światła, wilgoci i ciepła.

Zapytajmy się tysiącznego, dziesięciotysiącznego, co to jest ziemia, co słońce?

A on nam na to zaledwie odpowiedzieć potrafi; wié tylko że ziemię zamięszkuje, i że go słońce żywi, ogrzéwa i oświéca. Nie znajdziemy takich, którzyby w tém oświécić się chcieli, ale pracują oni w pocie czoła, ażeby wyżywić siebie, odziać i zamieszkać; usiłują oni dwoje z jednego zrobić i ten twardy orzech jak najłatwiéj zgryźć. Darujmy im, ponieważ niewiadomość robi ich mimowolnie obojętnémi.

Ale co nas najbardziéj uderza, to to, że widziémy tyle ludzi oświéconych, majętnych, którzy nie pragną poznać przyrody i jéj praw; ale wolą prowadzić życie bezczynne i swój czas spędzać na żartach i intrygach. Zdaje nam się, że nauka byłaby najwalniejszém dla nich lekarstwem.

Powinniśmy jednak przyznać, że dawno poznaliśmy już ziemię, jeszcze dawniéj słońce. Ale wyznajmy zarazem, że styl przenośny nie prowadzi do poznania prawdy na tém polu, i cała mitologia Greków szkodzi bardziéj, aniżeli pomaga.

Cóż bowiem naucza ten wóz, na którym rącze konie wiozą słońce. Co te zdania staroży-

tnych o przeciwstopowych; co zdania heretyków, będące mieszaniną tego, co jest świętém, z tém co jest bezbożném, a co pomiędzy nieoświéconym ludem same tylko przesądy zaszczepia.

Używajmy mowy ludu pospolitego i starajmy się poznać *Słońce.*

Z ziemi, na któréj się znajdujemy, tarcza słońca wydaje się zajmować na niebie pól stopnia, czyli potrzeba średnic takiéj tarczy około 720 do pokrycia całego okręgu nieba.

Dostrzegając słońce przez szkło kolorowe, widziémy go zupełnie okrągłém i o tém przekonywają nas obserwacye heliometryczne: małe zaś różnice pochodzą od różnéj odległości słońca od ziemi.

Słońce jest ciałem, własném światłem świecącém; jest to gwiazda, którą gdybyśmy o 200,000 jéj odległości od ziemi odsunęli, to byśmy ją widzieli pod kącikiem jednéj setnéj sekundy, która ta sekunda jest $^1/_{3600}$ częścią jednego stopnia. Natenczas średnicę tarczy słońca widzielibyśmy 10 razy mniejszą od najmniéjszego kącika, jaki nam najdokładniejsze narzędzia dać mogą. Słońce wtedy było-

by punkcikiem na niebie, podobnie jak każda inna gwiazda. Dodajmy, że średnica jego jest 112 razy większą od średnicy ziemi, czyli wynosi 182,608 mil, a odległość średnia 23,984 promieni ziemskich, czyli 20,682,329 mil.

Słońce nie wydaje nam się jednakowéj wielkości, co pochodzi od różnego jego oddalenia od ziemi; najmniejsza ta odległość wynosi 20,335,381 mil, największa zaś 21,029,277 mil. Zkąd wypada, że słońce nie obiega ziemi po kole, ale po owalu, czyli ellipsie; odległość ta najmniéjsza przypada na początku zimy, a największa na początku lata. Stosunek zaś tych dwóch odległości jest, jak 59 do 61.

Łatwo ztąd poznajemy, że i temperatura pór roku zależy od odległości ziemi naszéj od słońca, i o tém przekonamy się jeszcze bardziéj, kiedy, mówiąc o ziemi, tłumaczyć będziemy pory roku.

Wspomniémy tu o nadzwyczajnym blasku słońca, którego oko nasze znieść nie może, i dla tego téż obserwujemy go przez szkło kolorowe lub podkopcone. Możemy także gołém okiem na niego patrzyć przy jego

wschodzie i zachodzie, ponieważ promienie, padając ukośnie, są znacznie osłabione.

Tarcza słońca na pierwszy rzut oka jest jednostajnie świetna, ale, obserwowana przez lunetę z szkłem kolorowém, pokryta ona jest plamami ciemnémi lub czarnémi, punktami świetniéjszemi od swojego tła, które znowu jest światła perełkowatego, podobnego do jasnego matu. Plamy te rozmaitego kształtu i wielkości, posuwają się w kierunku od wschodu na zachód po tarczy słońca i po pewnym czasie pokazują się na wschodzie, robiąc takie same obiegi. Fenomen ten rzuca wielkie światło na budowę słońca.

Postrzeżenia tych plam, kilkakrotnie powtórzone, dały nam ważny pierwiastek i przekonały, że słońce obraca się w około swojéj osi w 27 i $^1/_2$ dniach *pozornie*, a rzeczywiście kończy ten obrót w 25 $^1/_2$ dnia.

Dla czego mówimy *pozornie*? Oto dla tego, że kiedy plama posuwa się i kończy swój obieg w 27 i $^1/_2$ dniach, to natenczas i ziemia obiega słońce w tym samym, co plama, kierunku i unosi w tymże i spostrzegacza. Ztąd coraz inną stronę słońca widziémy, a co

prowadzi nas do poznania jego obrotu około swojej osi. Plamy te są różnej wielkości, dochodzącej często do 18,000 mil, kształtu dziwacznego. Rzadko wprawdzie, ale zdarza się, że taka plama rozpryskuje się na dwa lub więcej kawałków, podobnie jak zwierciadło naciśnięte. Kawałki te okalają pierwotną plamę, która jest jej jądrem. Jądro to jest ciemne, otoczone mgłą i chmurami, które są przycieniem tej plamy.

W okolicy tych plam znajdują się miejsca świetniejsze od światła tarczy, i te zowią się *pochodniami.*

Zachodzi także pewien związek pomiędzy plamami, które co 10 lub 12 lat są liczniejsze. Dostrzeżenia wyrozumowane tych ciekawych zjawisk, po odrzuceniu wielu bezzasadnych przypuszczeń, doprowadziły w końcu do następujących danych.

Ta ogromna kula, której objętość jest 1,415,225 razy większa od objętości ziemi, jest jądrem stałem, ciemnem, otoczoną potrójną atmosferą. Pierwsza, podobna do naszej, oblewa naprzód słońce; druga, będąca gazem ognistym, nigdy niewygasłym, otacza pierwszą;

trzecia nakoniec jest źródłem światła i ciepła, które słońce nam przesyła; jest to *fotosfera* czyli *światłokrąg*. Pierwsza atmosfera osłabia najżywsze promienie fotosfery i robi prawdopodobném to przypuszczenie, że słońce jest zamieszkaném. W trzeciéj atmosferze pływa zapewne ta świetna, czerwonawa korona, którą przy całkowitych zaćmieniach słońca dostrzegamy.

To było dotąd najprawdopodobniéjsze przypuszczenie co do fizycznéj budowy słońca: podał je Herszel i Arago, ale całkowite zaćmienie słońca, obserwowane dnia 18 Lipca r. 1860 w Hiszpanii, w miéjscu zwaném Swięte (Sanctuaire). przez Pana Leverrier, John Villarceau, Chacornac, Leona Foucanlt i wielu innych, podało inne przypuszczenie co do budowy fizycznéj słońca, które pan Leverrier w raporcie, Ministrowi Oświécenia w Paryżu złożonym, wyjaśnił.

Badanie powierzchni słońca, a przynajmniéj różnych części jego tarczy, w miarę jak te wychodziły z poza tarczy księżyca, pilne uważanie korony świetnéj i wyskoków podczas tego zaćmienia, doprowadziło pana Le-

verrier do podania teoryi budowy fizycznéj słońca, więcéj jak prawdopodobnéj i prostszéj od przypuszczenia Herszla i Arago. Ci przypuszczali, że słońce jest ciałem kulistém i ciemném: że pod niém znajduje się atmosfera, składająca się z obłoków ponurych: że to wszystko otacza fotosfera, powłoka gazowa, sama przez się świécąca, która jest źródłem blasku i ciepła. Kiedy się obłoki te rozstępują, natenczas dostrzec można ciemne jądro słońca, i ztąd to pochodzą na niém plamy, jak to już powiedzieliśmy.

Pan Leverrier uważa taką budowę za fikcyjną, owe powłoki za imaginacyjne. Podług niego słońce jest ciałem palącém się ciągle, posiadającém bardzo wysokie ciepło (temperaturę), otoczoném nieskończoną powłoką tych wyskoków i obłoków, które ostatnie dostrzeżenia dały nam poznać. A zatém słońce jest ciałém środkowém, stałém lub płynném, otoczoném atmosferą, podobnie jak inne ciała niebieskie.

Jest to teraz już rzeczą pewną, że słońce otacza materya czerwonawa, w części tylko przezroczysta: materya ta gromadzi się na

jednych miéjscach powierzchni słońca obficiéj, aniżeli na drugich, na innych słabiéj świéci a nawet i gaśnie, i ztąd to plamy na słońcu pochodzą. Plamy te przedstawiałyby kontury rozmaite, i ich kształt zmieniałby się ciągle, gdyby one pochodziły od obłoków i chmur unoszących się ponad słońcem. Przesuwając się po powierzchni słońca, podobnie jak obłoki ponad ziemią, dawałyby dostrzeżenia tych plam różne wypadki na obrót w około swojéj osi.

Pochodnie czyli punkta świetniéjsze na powierzchni słońca, zmiéniając swój kształt, swoje światło, ginąc na jednych miéjscach, pokazują się na drugich; co się łatwo tłumaczy przez nierówności i różną grubość warstw atmosfery słonecznej, a głównie przez różne oświetlenie pochyłych ścian tych wyskoków, które się na słońcu znajdują.

Na zakończenie téj pogadanki objaśnimy, co właściwie rozumiéć należy przez *hypotezę*, czyli *przypuszczenie?*

Bakon i Dekart wyrzekli i ustalili, że nauka opiéra się na kombinacyach dostrzeżeń, doświadczeń i rozumowaniu. Analiza wykryła

prawdy, rozwiązała wiele zadań i ze zbioru pojedynczych zjawisk wyprowadziła teorye, które są najwyższym szczytem każdéj nauki.

Ale w przejściu tém od niewiadomości do nauki, są rozmaite odmiany, w których rozum nie może pochwycić prawa, a jednak potrzebuje nici, któraby wiązała to, co umysł odkrył, z tém, co sobie daléj odkryć zamierza.

Tu to właśnie hypoteza jest tą nicią, któréj przechód, postępując od jednego punktu nauki do drugiego, tłumaczy zjawiska znane, nie roszcząc sobie żadnego prawa do ścisłéj teoryi.

Jest to rusztowanie na słabych jeszcze fundamentach, które tém mocniejsze i trwalsze się staje, im więcéj zjawisk jedna i ta sama hypoteza tłumaczy.

Nie powinniśmy być skorémi do tworzenia przypuszczeń, ponieważ wtenczas błąkalibyśmy się po polu marzeń i nie doszlibyśmy do praw i prawd, umiejętność stanowiących.

Pogadanka 10.

Ziema, jéj kształt i wielkość. Obrót dzienny i dzień gwiazdowy.

Słyszémy często, że ludzie obwiniają o oschłość naukę i jéj prozaizm, i w rzeczy saméj krytycy ci mają słuszność dotąd, dopóki rozumieją przez naukę to wszystko, co jéj dało początek, i to, co ją daléj rozwija. Ale niechaj się w tém nie mylą i niech nie będą podobni do tych, których strach przejmuje na widok rusztowań, drabin, lin i t. d. a którzy na karb już tego uważają budownictwo za niepotrzebne, zdobiące budowle zewnątrz, a niedbające o wygody wewnętrzne; którzy nie czują nawet pięknoty w dziełach Michała Anioła.

Że astronom używa prostych i dowcipnych narzędzi dla nadania ścisłości swoim dostrze-

żeniom; że używa pomocy matematyki, wzorów zawikłanych, logarytmów i innych tablic do obrachowania spotrzeżeń; że ustanawia prawa, hypotezy, tłumaczące zjawiska świata; to jest rzeczą naturalną, i ze strony naszéj byłaby to uczuciowość nie na swojém miejscu, gdybyśmy powątpiéwali o prawdach udowodnionych i ustalonych.

Lecz my, którzy nie jesteśmy uczonémi, zostawmy to astronomom, niechaj oni plony te zbiérają, a my używajmy tego miodu, który im z pracą nieraz wielką i goryczą przychodzi.

Niechaj oni w szczegółach światy poznają, a my poprzestańmy na ogólném poznaniu świata powszechnego, robiąc wycieczki w różne jego strony.

Poznaliśmy wielkość słońca, które światło i ciepło nam przesyła. Poznaliśmy jego fotosferę, która rzuca prawdopodobieństwo, że słońce jest zamieszkaném. Teraz poznajmy naszą ziemię, to pole ściérających się namiętności, ten plac przemocy i ucisku.

Ziemia jestto nasza matka. Ten sam jéj ty-

tuł zasługuje, ażebyśmy jéj pomiędzy planetami pierwszeństwo oddali.

Nie wiele powiémy o kształcie ziemi; każdy wié, że ten podobny jest do kształtu pomarańczy; jestto sferoida obrotowa, któréj spłaszczenie wynosi $^1/_{300}$ część, tak, że promień przy biegunach jest o 3 mile krótszy od promienia przy równiku.

Każdy zapewne przypomina sobie, co to jest południk? Jestto płaszczyzna, w myśli, przez oś świata i linję wierzchołkową miejsca poprowadzona. Dzieli ona całą kulę nieba na wschodnią i zachodnią; na niéj górują: słońce, planety, księżyce i wszystkie gwiazdy.

Sferoidalności ziemi dowodzi: kształt poziomów ziemskich, a bardziéj jeszcze morskich: niknienie powolne okrętu, z portu wypływającego, którego najprzód spód, a potém pokład, żagle i maszty dla oka naszego giną: cień kulisty ziemi, rzucony na księżyc w czasie jego zaćmienia: podróże na około świata, i wymiary stopni południka.

Ażebyśmy dali wyobrażenie o wielkości ziemi, wyobraźmy sobie kulę średnicy łokciowéj. Łokieć ten przedstawia średnicę ziemi,

która ma 1719 mil. Spłaszczenie przy biegunach wyniesie na tym modelu blizko 1 milimetr, czyli $^1/_2$ linii; średnie wyniesienie lądów wynosi $^1/_{100}$ linii. Najwyższa góra Gaurysankar w Himalai wznosi się na tym modelu nad poziom lądu o $^7/_{20}$ linii; głębokość nakoniec morza wyniesie na nim $^2/_{10}$ linii: ztąd słusznie Lacroix powiedział, że góry i doliny ziemi porównać można z chropowatością delikatnéj pomarańczowéj skórki. Warstwa wody pociągnięta pędzlikiem daje nam dostateczne wyobrażenie o massie wód, ziemię oblewających. Czémże jednak jest ta massa, kiedy cała ziemia jestto drobne ziarnko w porównaniu ze słońcem i innémi gwiazdami.

Uważajmy teraz ziemię jako należącą do świata słonecznego. Jest ona z planet większych trzecią z porządku, co do odległości od słońca.

Ziemia ma dwojaki ruch: obrót dzienny i bieg postępowy roczny. Zastanówmy się nad każdym z tych ruchów oddzielnie.

Każdy wie, że słońce, księżyc, gwiazdy, jedném słowém wszystkie ciała niebieskie widzialne na niebie, obracają się w około osi

świata, tak jak gdyby niebo było sklepieniem z jednéj sztuki, z jednego ciosu wykutém. Obrotu tego pozornego skutkiem jest *wschód, południe* i *zachód* każdéj gwiazdy. Wszystkie ciała niebieskie przechodzą poziom, czyli wschodzą na wschodniéj stronie nieba; podnoszą się nad poziomem i dosięgają największéj wysokości, kiedy przechodzą przez południk, czyli kiedy górują. Potem zniżają się na stronie zachodniéj nieba, a nakoniec zapadają pod poziom, czyli zachodzą. Po pewnym przeciągu czasu, gwiazdy te, które zaszły, na nowo i w tym samym porządku wschodzą, a zjawisko to wschodu i zachodu powtarza się na przemian i bez końca.

Niektóre gwiazdy w ukośném położeniu sfery nie wschodzą, ani zachodzą, ale opisują całe koła do siebie równoległe, jako prostopadłe do osi świata, któréj bieguny znajdują się na północném niebie, w blizkości gwiazdy biegunowéj w *Niedzwiedziu małym*, a na południowém niebie, blizko małej gwiazdy w konstellacyi, która się *Oktansem* zowie. Punkta te są nieruchome na niebie i w różnych odległościach od nich robią gwiazdy swoje obroty.

Obroty te są tylko pozorne, ponieważ rzeczywiście są one skutkiem obrotu ziemi około swojej osi, która, przedłużona aż do spotkania się z niebem, jest zarazem osią świata. Mamy na to liczne dowody, a z nich najsilniejszy jest następujący: w założeniu, że ziemia obraca się około swojej osi, wypada że każdy punkt równika obraca się z prędkością 3 i $^1/_2$ mil na minutę, kiedy tymczasem księżyc, w założeniu obrotu nieba, oddalony o 51,800 mil od ziemi, obracałby się z prędkością 226 mil na minutę. Słońce, blizko o 21 milionów mil od ziemi oddalone, obracałoby się z prędkością 91,629 mil na minutę; a jakążby dopiero była ta prędkość dla gwiazd biliony mil od nas oddalonych. Prędkość taka, przechodząca naszą wyobraźnię, zrodziłaby tak ogromną siłę odśrodkową, że światy, chociażby te jak najbardziej były zbite, zamieniłyby się w nieskończenie subtelne cząsteczki czyli atomy.

Dowodzą nam także obrotu dziennego ziemi doświadczenia Benzenberga co do spadku ciał z znacznych wysokości, które wykryły, że kierunek spadającego ciała zbacza od pionu ku stronie wschodniej, a co jest skutkiem nie-

równego działania siły odśrodkowéj przy powierzchni ziemi i w znacznej od niéj np. 300 stóp wysokości.

Dowodzą także obrotu dziennego ziemi doświadczenia pana Foucault robione z pendułami na długich niciach zawieszonémi.

Obrót dzienny trwa godzin 23 minut 56 czasu zwyczajnego czyli średniego; jestto czas, którego południk potrzebuje do przejścia przez pewnę gwiazdę do następnego przejścia przez tęż samę gwiazdę. Czas ten ostatni jest *dniem gwiazdowym*, który, podzielony na 24 godzin, jest krótszy o 4 minuty. Przyczynę téj różnicy podamy niżéj, mówiąc o biegu rocznym ziemi.

Na zakończenie téj pogadanki przytoczymy rzecz o położeniu osi świata względem *ekliptyki* czyli drogi pozornéj słońca.

Oś ta nie jest do niéj prostopadłą, ale pochyloną pod kątem, blizko $^3/_4$ kąta prostego wynoszącym, a ztąd i droga pozorna słońca, czyli ekliptyka, mało się co więcéj jak na $^1/_4$ kąta prostego do równika pochyla.

Nadto położenie osi świata jest niezmienne, spotyka ona niebo w tych samych punktach;

a linia, będąca przecięciem tych dwóch płaszczyzn, równika i ekliptyki, jest ciągle równoległą do piérwszego swego położenia.

Zmiany téj równoległości są tak małe, że o nich w tém miéjscu przepomnieć można.

Kolejne następstwo dni i nocy i ich rozmaitą długość tłumaczy nam obrót dzienny ziemi; a bieg jéj roczny jest podstawą kolejnego po sobie następstwa pór roku.

Pogadanka 11.

Bieg postępowy Ziemi. Rok. Dlaczego dzień gwiazdowy jest krótszy od słonecznego. Nierówność dni i nocy. Pory roku.

Jeżeli widok nieba wzbudza w nas podziwienie, to równie i poznanie różnych ruchów ciał niebieskich i prawa ich biegów zaspakajają nasz umysł, i podziwiamy dokładność, z jaką ruchy te tłumaczą nam zjawiska peryodyczne, dostrzeżeniami ustalone.

Tak to odkryte przez Keplera prawa biegu planet w około słońca, połączone z podobnym biegiem ziemi, wytłumaczyły nam ich biegi kierunkowe i wsteczne, tudzież stanowiska.

Podobnie następstwo dni i nocy w każdéj dobie jest skutkiem obrotu dziennego ziemi około swojéj osi.

Ale ileż to zjawisk pozostało nam do wytłumaczenia? Dlaczego widok nieba jest różny w każdéj porze roku? Zkąd ta rozmaita długość dni i nocy w każdém miéjscu? Dlaczego dnie i noce nie są wszędzie równe? Nakoniec, co to jest za przyczyna kolejnego następstwa pór roku.

Każdy ma mniéj lub więcéj dokładną znajomość tych zjawisk i wiąże je w myśli z podwójnym biegiem ziemi. Lecz do ujęcia i jasnego pokazania tego związku, potrzeba często więcéj jak jednego kroku. Dlatego przedsiębierzemy w téj pogadance okazać, jakie trzy fakta służą do wytłumaczenia tych zjawisk. Témi są:

Jednostajna prędkość obrotu dziennego ziemi około swojéj osi.

Niejednostajny bieg roczny ziemi.

Nakoniec stała równoległość osi ziemskiéj w czasie tych obydwóch biegów.

Znajdziemy może naszą stacyę na ziemi znacznie oddaloną, a chęć zwiedzenia nieznanych krain powiększy może naszą niecierpliwość; ale zważmy też, że nie ma nic nudniéjszego i bardziéj czczego, jak kiedy lekko-

myslny turysta odbywa podróż, w któréj rzeczy powierzchownie tylko rozważa, a tém samém żadnéj korzyści z niéj nie odnosi.

Nim do rozwiązania podobnych zapytań przystąpimy, zastanówmy się nad tém, dlaczego liczba obrotów gwiazdowych w ciągu roku jest 366, kiedy każdy, podług kalendarza, liczy tylko 365 dni w ciągu roku.

Powiedzmy najprzód co to jest rok?

Rok jestto przeciąg czasu pomiędzy dwoma przejściami ziemi przez jeden i ten sam punkt swojéj drogi. W dwóch tych położeniach środek słońca zajmuje pozornie ten sam punkt nieba, czyli inaczéj zakrywa tę samą gwiazdę.

Nie jestże prawdą, że całkowity obrót ziemi jest to powrót każdéj gwiazdy do tego samego południka.

Jeżeli gwiazda wziętą została za punkt odnosny, to przeciąg ten czasu jest *dniem gwiazdowym.*

Ale jeżeli srodek słońca jest tym odnośnym punktem, to natenczas przeciąg taki czasu jest *dniem słonecznym.*

Różnica długości tych dwóch dni pochodzi ztąd, że przez cały dzień ziemia ubiegła pewien łuczek na swojej drodze; dla nas zaś, mieszkańców ziemi, którzy uważamy ją za nieruchomą wydaje się, że słońce łuczek ten przebiegło tak, że na początku tego obrotu środek słońca razem z gwiazdą znajdował się na płaszczyźnie południka, ale nie tak jest w końcu tego obrotu: środek słońca cofał się i przyjdzie do południka później o 4 minuty, jak gwiazda. A zatém potrzeba trochę więcej, jak całkowitego obrotu, dla dnia *słonecznego*, którego tém samém długość jest większa od *gwiazdowego*.

W następnym dniu to samo będzie opóźnienie, tak dalece, że opóźnienia te w ciągu całego roku zrobią jeden dzień, a ztąd 366 dni gwiazdowych, czynią 365 dni słonecznych.

W stosunkach cywilnych używa się dnia słonecznego średniego, ponieważ dnie słoneczne prawdziwe są rozmaicie długie. Zegary wskazują nam godziny czasu średniego, ponieważ bieg jednostajny jest ich zaletą; kompasy zaś pokazują czas prawdziwy. Różnica tych dwóch czasów jest znana i stanowi

równanie czasu, które, ułożone na cały rok w tabliczkę, pokazuje, ile zegarek nasz w południe więcéj lub mniéj pokazać winien, aniżeli kompas. Jeżeli znowu uregulujemy zegar tak, że wskazywać będzie *zero* godzin, kiedy słońce przechodzi przez punkt równonocny wiosenny, to zegar ten daje czas *gwiazdowy*, i takiego to używają astronomowie przy swoich dostrzeżeniach.

Poznajmy teraz różny widok nieba w różnych epokach roku.

Każdy na własne oczy przekonać się może, że o téj saméj godzinie w nocy inne gromady gwiazd pokrywają niebo, aniżeli przed trzema miesiącami, lubo położeń pomiędzy sobą nie zmieniły, co większa, wielu dawnych niewidziémy, a znowu nowe dla nas się odkryły.

To wszystko jest zjawiskiem wiążącém się z biegiem rocznym ziemi.

Przyczyną, że niebo widzialne pokrywają inne gromady od tych, które pokrywały przed miesiącem, dwoma miesiącami, i t. d. jest, że każego dnia środek słońca ma inne położenie na niebie, a tém samém trafia na przeciwnéj stronie nieba na coraz inne jego

punkta. Ten sam wraca się porządek po upływie roku.

Pod biegunami, gdzie noc i dzień trwają po sześć miesięcy, cała półkola obraca się równolegle do poziomu. Założywszy, że człowiek żyć może w tych lodowatych okolicach, natenczas widzieć on będzie gwiazdy opisujące równoleżniki równoległe do poziomu, a tém samém mieszkaniec północnego bieguna widzieć będzie same tylko gwiazdy północne, a mieszkaniec południowego bieguna same tylko południowe.

Oprócz tego przekonać się można, że gwiazdy opisują w ciągu 24 godzin cały okrąg koła i pewien łuk, pochodzący od posunięcia się w tymże czasie ziemi na swojej drodze. Łuki te z całego roku do siebie dodane robią cały okręg koła.

Pod równikiem, w czasie obrotu, widzieć będzie jego mięszkaniec całe niebo, to jest wszystkie gwiazdy tak północne, jako i południowe, krążące prostopadle do poziomu.

Nakoniec w miéjscach, znajdujących się pomiędzy równikiém a biegunami, poziom przecina pochyłe do niego równoleżniki na dwie

nierówne części tak, że przez wiosnę i lato dnie są dłuższe aniżeli noce, a przez jesień i zimę dnie są krótsze aniżeli noce; na początku zaś wiosny i jesieni dzień równa się nocy.

Mieszkańcy biegunowi mają *sferę równoległą*, równikowi *prostą*, a położeni pomiędzy równikiem i biegunami *sferę ukośną*.

Dla uzmysłowienia sobie tego, cośmy dopiéro powiedzieli i dla przygotowania się do tego, co powiémy, uważajmy kulę, jakiegokolwiek wymiaru, oświéconą od lampy wyobrażającej słońce; natenczas, obracając tę kulę około jéj osi, poznamy miéjsca, w których trwa dzień, i te które mają noc.

Pochylmy teraz oś ziemi, a tém samém i oś świata do płaszczyzny drogi ziemskiéj, a zobaczymy wieczny obraz tych wszystkich zjawisk, któreśmy dotąd opisali.

Zobaczmy teraz dlaczego w jednéni miéjscu dnie nie są równe nocom?

Obierzmy punkt jakikolwiek na téj kuli, byleby on nie był biegunem, ani nie leżał na równiku i obracajmy ją około swojéj osi: natenczas oświécająca lampa, która tu światło

słoneczne zastępuje, oddzieli na tej kuli część oświeconą od części ciemnej; te dwie części są sobie równe, a płaszczyzna je oddzielająca zowie się *świetlnikiem*. Przez obrót ten poznamy, że długość dnia nie równa się nocy; ale, ażeby to doswiadczenie było przekonywającém, nie zapominajmy, że oś świata, która zarazem jest osią ziemi, powinna być pochyloną do ekliptyki blizko na $^3/_4$ kąta prostego.

Obracajmy teraz ziemię około swojej osi, dotąd dopóki świetlnik nie przejdzie przez bieguny, natenczas oznaczymy chwilę przejścia środka słońca przez punkt równonocny wiosenny.

Zatrzymajmy na chwilę bieg postępujący ziemi, natenczas dostrzeżemy, że łuki opisane przez słońce, to jest łuki dzienne i nocne są sobie równe, a to dla każdego punktu ziemskiego.

Dnie zatém w tej epoce są nocom równe, i ztąd też pochodzi ta nazwa *punktu równonocnego*.

Będzie to punkt równonocny *wiosenny*, jeżeli gwiazdy z półkuli górnéj t. j. północnej od zachodu na wschód, przechodzić będą

na półkulę południową W tym to punkcie porównania dnia z nocą przypada początek wiosny, od któréj rachuje się początek roku astronomicznego. To ma miéjsce pomiędzy dniami 20 i 21 Marca.

Niechaj teraz ziemia posunie się o ćwiartkę okręgu koła, wtenczas biegun północny wchodzić będzie coraz bardziéj w światło, które oświéca stale okolice przy tym biegunie, w tym samym czasie, kiedy biegun południowy coraz bardziéj wchodzić będzie w ciemność. Dnie zatém na półkuli północnéj rosną, a noce maleją, kiedy przeciwnie na półkuli południowéj noce rosną, a dnie maleją.

Przy końcu tego peryodu ziemia znajduje się w *punkcie stanowiska letniego*; jest to początek lata, który pomiędzy dniem 21 i 22 Czerwca przypada, i w tym to czasie dzień jest najdłuższy, noc najkrótsza, na północnéj półkuli.

Po przejściu przez ten punkt, ziemia, biegnąc daléj, przychodzi do drugiego równonocnego punktu, który się zowie *jesiennym*; ma to miéjsce na początku jesieni, t. j. pomiędzy 22 i 23 Września

Od początku lata dnie coraz malały, a noce rosły, w punkcie zas tym równonocnym dzień zrównał się z nocą.

Ziemia, idąc dalej, przychodzi do drugiego punktu stanowiska, który się zowie *zimowym;* jestto początek zimy, przypadający pomiędzy dniami 21 i 22 Grudnia, Od początku jesieni dnie są coraz krótsze, a noce coraz dłuższe, w tém więc stanowisku na północnéj półkuli dzień jest najkrótszy a noc najdłuższa.

Po przejściu tego punktu stanowiska, ziemia dąży znowu do równonocnego punktu wiosennego. Od początku zimy dnie rosną, a noce maleją, dopóki się w tym równonocnym punkcie nie zrównają.

Ponieważ linia łącząca dwa punkta stanowisk z linią przechodzącą przez dwa punkta równonocne nie dzielą ellipsy na 4 równe części, i ziemia opisuje je biegiem niejednostajnym, cztéry więc pory roku nie są sobie równe, ale:

Wiosna	trwa	dni	92,	godzin	21,	minut	49
Lato	„	„	93	„	13	„	44
Jesień	„	„	89	„	16	„	43
Zima	„	„	89	„	1	„	33
A rok cały	„	„	365	„	5	„	49

Zanim mówić będziemy o zmianach ciepła i zimna, czyli o zmianach temperatury każdéj pory roku, zastanowimy się jeszcze nad niektóremi zjawskami, któreśmy opisali.

Przez sześć miesięcy, oddzielających dwa punkta równonocne, jeden zbiegunów jest ciągle oświécony, a drugi ciągle w cieniu zanurzony. Pod biegunami dzień i noc trwają po sześć miesięcy, a pomiędzy każdém kołem biegunowém i do niego należącém biegunem znajdujemy na długość dni i nocy wszystkie wartości pośrednie pomiędzy całym dniem i sześciu miesiącami.

Przez tenże sam przeciąg czasu świetlnik dzieli na połowę równik, a ztąd w punktach równikowych dnie są ciągle równe nocom.

Jeżeli porównamy długość dni i nocy w dwóch punktach ziemskich, różnie od równika oddalonych i na téj saméj półkuli położonych, to przekonamy się, że różnica pomiędzy długością dnia i nocy jest w każdéj epoce większa w miejscu bliższém bieguna.

Pas leżący pomiędzy zwrotnikami, zamyka miéjsca mieszkańców, dla których słońce przechodzi raz lub dwa razy przez ich wierzcho-

łek czyli *zenit.* Tego to dnia, lub tych dni, w południe przedmioty nie rzucają cienia, ponieważ promienie słońca padają na nie pionowo. Okolica ta ziemi cała zowię się *pasem gorącym.*

Dwa pasy zawarte pomiędzy Zwrotnikami i biegunowemi kołami, jeden na półkuli północnej, drugi na południowéj, są *pasami umiarkowanémi.*

Dwa pasy nakoniec, zawarte pomiędzy kołami biegunowemi i odpowiedniémi biegunami, jeden na półkuli północnéj, a drugi na południowéj, są to *pasy zimne* czyli *lodowate.*

Jeżeli podzielimy powierzchnię Ziemi na 100 części, to pas gorący zamyka 40, dwa umiarkowane 52 i dwa lodowate 8. Dzieli się zatém cała ziemia na 5 pasów niejednakowéj rozległości.

Zastanówmy się nakoniec nad porami roku: jestto kwestya, którą nietylko zajmuje się astronomia, ale i meteorologia. Rzecz tę różni uczeni obszernie rozbierają, my tu jednak, nie chcąc wyjść z granic naszego szczupłego dziełka, w krótkości o tém pomówimy.

Najprzód: Że wiosna i lato, będąc prawie téj saméj długosci, i w tychże samych okolicznościach, przedstawiają znaczne różnice co do temperatury, a podobnie się rzecz ma co do jesieni i zimy. Różnice te pochodzą z nagromadzenia się ciepła przez wiosnę, które powiększa temperaturę wzbudzoną przez promienie słońca letnie, i znowu ziemia, stygnąc przez jesień, zmniéjsza temperaturę zimową. A ztąd wypada, że największe cieplo nie przypada w dzień przesilenia letniego dnia i nocy, t. j. 22 Czerwca, ale około połowy Lipca; i podobnie największe zimno nie przypada na dzień 22 Grudnia, ale około połowy Stycznia.

Na półkuli południowéj wszystko dzieje się przeciwnie, ponieważ tam, kiedy u nas jest wiosna, lato, jesień, zima, panuje jesień, zima, wiosna, lato.

Powtóre: Że chociaż słońce bliżéj jest ziemi w jesieni i w zimie, to jednak wiosna i lato są cieplejsze od nich. Przyczyną tego jest, że promienie słoneczne padają przez wiosnę i lato na ziemię bardziéj do wierzchołka mieszkańców zbliżone, czyli mniéj pochyło, aniżeli w jesieni i zimie.

Potrzecie: Że z przyczyny dłuższych dni wiosny i lata, aniżeli jesieni i zimy, atmosfera i grunt pochłaniają przez dzień w ciągu dwóch piérwszych pór więcéj ciepła, aniżeli go przez promieniowanie w nocy tracą; a co przeciwnie ma miéjsce przez jesień i zimę, bo tu noce są dłuższe, aniżeli dnie.

Poczwarte: Że massa ciepła w ciągu roku jest ta sama na półkuli północnéj i południowéj, chociaż wiosna i lato są dłuższe od jesieni i zimy.

To krótkie przytoczenie o porach roku jest dostateczne do pokazania związku, jaki zachodzi pomiędzy pdwójnym ruchem ziemi; to jest, jéj obrotem dziennym i biegiem rocznym.

Pogadanka 12.

Poprzedzanie punktów równonocnych i kołysanie się osi ziemskiéj.

Oprócz obrotu dziennego i biegu rocznego ziemi, których skutkiem jest następstwo dni i nocy, tudzież pór roku, ziemia ma jeszcze dwa ruchy, które niełatwo poznajémy, ponieważ są bardzo powolne; a ztąd odmiany położenia ziemi po długim dopiéro czasie czuć się dają. Te dwa ruchy znane są pod nazwą: *poprzedzanie punktów równonocnych* czyli *precessya*, i *kołysanie osi ziemskiéj* czyli *nutacya*.

Ruchy te dwa łączą się ściśle z atrakcyą powszechną, czyli siłą wzajemnego przyciągania się ciał.

Podamy tu o dwóch tych ruchach ziemi krótkie wyobrażenie.

Rok, powiedzieliśmy, skonczył się, kiedy ziemia całą swoją drogę przebiegła, czyli powróciła do tego samego punktu, z którego wyszła. Ponieważ przejście przez punkt równonocny uważa się za początek roku, więc też powrót do tego samego punktu równonocnego następuje z upływem całego roku, czyli rok jestto przeciąg czasu pomiędzy dwoma po sobie następującémi przejściami środka ziemi przez ten sam punkt równonocny.

Dwa te opisania nie są ściśle tosame, a to dla tego, że punkt równonocny wiosenny nie jest punktem stałym na drodze ziemskiéj. Od jednego roku do drugiego, punkta równonocne cofają się, jeżeli je porównamy z kierunkiem biegu ziemi.

Powiedzieć, że się punkt równonocny cofa, jest to samo, co powiedzieć, że ziema powraca do tego samego punktu równonocnego wcześniéj, aniżeliby do niego powróciła, gdyby cofania tego nie było. Epoka więc rzeczywista powrotu ziemi do tego samego punktu równonocnego poprzedza epokę, w któréjby to nastąpiło, gdyby punkt ten był stały.

Ztąd téż pochodzi ta nazwa: *poprzedzanie punktów równonocnych.*

Dwa tysiące lat upływa już od tego czasu, w którym cofanie to odkrył Hypparch: oznaczył go on rocznie na 50 sekund. Newton przyczynę tego zjawiska odgadł, a Laplace teoryę jego udokładnił

Nim przystąpimy do wytłumaczenia ruchu prawdziwego tego umysłowego punkru, opiszmy raz jeszcze to zjawisko.

Przypomnijmy sobie, co się zowie punktem równonocnym.

Jestto punkt, który zajmuje ziemia na swojéj drodze w około słońca w tenczas, kiedy płaszczyzna świetlnika przechodzi przez bieguny świata, a co się dwa razy do roku przytrafia. Wtenczas to równik, którego się pochyłość do ekliptyki nie zmienia, przecina tę ostatnią w linii prostéj, przechodzącéj przez środek słońca.

Gdyby oś ziemi ciągle była równoległą do swojego piérwszego położenia, natenczas równik ślizgałby się po ekliptyce równolegle; a tém samém i linia przecięcia. o któréjśmy mówili, byłaby ciągle do siebie równoległą;

przechodziłaby zawsze przez środek słońca; i przecinałaby w końcu roku w tych samych punktach ekliptykę; a tém samém i punkt równonocny byłby stały.

Ale tak nie jest, ponieważ linia ta po upływie roku robi pewien, wprawdzie bardzo mały, kącik z poprzedniém swojém położeniem. Przecina ona drogę ziemską ku wschodowi poprzedzającego punktu równonocnego. Nowy zatém punkt równonocny cofnął się, czyli posunął się w kierunku wstecznym względem biegu ziemi, to jest od wschodu na zachód.

Ztąd wypada:

Najprzód: Że ziemia powraca do punktu równonocnego wcześniéj, jakby to miało miéjsce, gdyby równoległość osi ziemskiéj, równika i linii przecięcia się równika z ekliptyką, miała ciągle miéjsce.

Powtóre: Że słońce odpowiada w ciągu roku gwiazdom coraz bardziej na wschód położonym, i zdaje się przebiegać coraz inne konstellacye, cofając się od punktu równonocnego.

Potrzecie: Że punkt każdy równonocny, cofając się corocznie o 50 sekund, przebiega

całą pozorną drogę słońca w 25,868 latach, i ten to przeciąg czasu zowie się *rokiem Platona.*

Poczwarte: Że znaki zwierzyńcowe nie są tosamo, co konstellacye tegoż nazwiska, ale konstellacye Baran, Byk, Bliznięta, i t. d. odpowiadają konstellacyom: Ryby, Baran, Byk, i t. d.

Zobaczmy teraz jak się rzeczywiście ten ruch odbywa.

Wyobraźmy sobie ellipsę prawie kołową, wyobrażającą drogę ziemi. Poprowadźmy przez jedno z jéj ognisk linię prostą, która ellipsę tę przetnie w dwóch punktach, i wyznaczy tym sposobem punkt równonocny wiosenny i jesienny; przyłóżmy wzdłuż téj linii arkusz tektury, pochylony do ekliptyki tak samo, jak jest do niéj równik pochylony, a wtenczas arkusz ten przedstawiać będzie równik, który przedłużony przejdzie rzeczywiście przez środek słońca w jednym z dni równonocnych.

Obracajmy ten arkusz ciągle tak, ażeby przechodził zawsze przez środek słońca, i był tak samo pochylony do drogi ziemi, jak jest

równik rzeczywiście pochylony do ekliptyki, a oprócz tego obracajmy go tak powoli, ażeby całe koło przebiegł dopiéro w 25,868 latach.

Nie jestże teraz rzeczą jasną, że oś ta ziemi, która jest ciągle prostopadłą do równika, oscylluje razem z równikiem i opisuje na niebie małą ellipsę, podobną do drogi ziemskiéj, a ztąd wypływa, że biegun w znacznym przeciągu czasu odpowiadać będzie coraz innym gwiazdom. I tak dzisiejsza gwiazda biegunowa zbliżać się będzie jeszcze przez 200 lat do bieguna, póżniéj oddalać się od niego zacznie, a po 12,000 latach funkcyą gwiazdy biegunowéj pełnić będzie *Wega*, główna gwiazda w Lutni.

Te oscyllacye porównać można z ruchem kręglicy, która obraca się w około swojéj osi, pochyla ją do płaszczyzny, na któréj się znajduje, i oprócz tego ma bieg postępujący.

Ażeby to porównanie, które nie jest nowém, tłumaczyło zupełnie te trzy ruchy ziemskie, potrzeba a żeby kręglica kończyła swój obrót około swojéj osi w 23 godzinach i 56 minutach: droga, którą przebiega, była prawie kołem: drogę te przebiegała w 365 i $^1/_4$

dnia i nakonice oś kręglicy oscyllując, opisywała powierzchnię ostrokręgową w ciągu 25,868 lat.

Ale to wyobrażenie, lubo rzecz jasno maluje, nie jest jeszcze zupełnie dokladném; ponieważ z trzech tych ruchów ziemi, z dziennego obrotu, rocznego biegu i precessyi, wypadałaby ta sama pochyłość osi ziemi ekliptyki, co jednak nie ma miéjsca, ponieważ oś ta kołysze się około pewnego średniego położenia i w ciągu każdych 18 prawie latach opisuje małą ellipsę tak, że oś ta zamiast przecięcia w ciągu 25,868 lat niebo w koło, opisuje rzeczywiście małe krzywe faliste, obwijające się na tém kole.

Ten to ruch osi ziemskiej zowie się *kołysaniem osi ziemskiéj* czyli *nutacyą*; odkrył go Bradley, skutkiem jego jest niejednakowa ciągle pochyłość ekliptyki do równika; jednak zmiany ztąd pochodzące w szczupłych są tu granicach zawarte.

Te są szczegóły co do biegu ziemi, którą słońce ogrzéwa i oświéca. Ziemia należy do planet; za taką uznal ją Mikołaj *Kopernik* Polak, który zgruchotał epicykle, czyli

kółka toczące się po kołach, który słońce posadził na tronie układu słonecznego, a ziemię zrobił jego służalcem. Ziemia jest planetą, a jako taka, posłuszna jest prawom Keplera i prawu przyrody Newtona.

Te szczegóły, któreśmy przytoczyli dla zrozumienia peryodycznych zjawisk dnia i nocy, pór roku, posłużą także do zrozumienia tych samych zjawisk co do innych planet i księżyców. Tam długość tylko dnia i roku będzie inna dla każdéj planety.

Zobaczmy teraz, czy to z tém wszystkiém, co poprzedziło, nie ma jakiego związku?

Takie to jest pytanie, jakie zapewne każda czytelniczka rzuci, nadając mu formę stosowną do swojego zapatrywania się na te wszystkie zjawiska. Jedne zapytają nas: po co te wszystkie ruchy? jaka jest ich przyczyna? i czyli jedna ich tylko jest przyczyna? Drugie zapytają nas: czyli wszystkie te prawa zamykają się w jedném?

Wszystkie nasze czytelniczki dążą tu do jedności?

Nauka astronomii nie jest jeszcze skonczoną; to co wiémy jest małą cząstką tego, czego

nie wiémy. Przynajmniéj nie wszystkie dotąd hypotezy, najprawdopodobniéjsze nawet, zostały stwierdzone i udowodnione.

Lubo nauka ta jest na dobréj drodze, nie można jednak w poufałych pogadankach wszystkiego tego wyłożyć.

Od tego są dzieła z wyższego stanowiska naukę tę traktujące, od tego jest język matematyczny czyli analiza. Nadużylibyśmy waszej cierpliwości, gdybyśmy wam tę naukę tym językiem tłumaczyć chcieli; tego nie zrobimy, ale w naszéj następnéj pogadance objaśnimy w sposób przystępny siłę powszechnego ciążenia, którą *Newton* odkrył; jest ona zasadą mechaniki *Laplasa*, do zrozumienia któréj utorowała drogę uczona *Sommerville*.

Do tego téż to wielkiego prawa odnosi się tłumaczenie wszystkich prawie zjawisk na niebie.

Pogadanka 13.

Ciążenie powszechne.

Często mylne rozumowania i porywcze sądy pochodzą, albo z powierzchownego poznania przedmiotu, albo z zbytecznej chęci uogólnienia tegoż. Nie poznajemy całej rozciągłości, jaką obejmuje lub obejmować może jakie prawo; albo rozszerzamy zanadto zakres jego granicy. Dowodzi tego historya odkrycia prawdziwego układu świata słonecznego, którego prawa biegów ścisły mają związek z odkryciem praw siły powszechnego ciążenia przez Newtona. On to podciągnął trzy prawa Keplera pod jedno następujące ogólne prawo natury: *Ciała ciążą na siebie, czyli przyciągają się nawzajem, w stosunku prostym mass, i odwrotnym kwadratów z odległości.*

Przez ileż to wieków sądzono, że byt mieszkańców przeciwstopowych jest pojęciem urojoném, ale lepiéj zaznajomieni z kształtem kulistym ziemi, z prawem działania siły ciężkości, znajdujemy to bardzo prostém, bardzo naturalném, że ciała samopas puszczone spadają w kierunku linii pionowéj, przechodzącéj przez środek ziemi; i że ziemia wolno zawieszona w przestrzeni, nie ma żadnéj podpory. Dla czego księżyc nie spada na ziemię? jaka jest tego wszystkiego przyczyna? Główną przyczyną tych zjawisk jest siła powszechnego ciążenia działająca wspólnie z siłą pierwotną ruchu, czyli siłą odśrodkową, i mająca za podstawę dopiéro co wskazane prawo.

Potrzeba było długiego czasu, nim poznano prawa równowagi, zachodzącej pomiędzy ciałami niebieskiemi; geniusz to dopiéro Newtona odkrył tę ciężkość, na któréj odkrycie, jak Wolter mówi, naprowadziło go jabłko z drzewa spadające. Następcy Newtona rozwinęli pojęcia o sile powszechnego ciążenia, i to wykryło jéj związek z prawami biegu ciał niebieskich.

Prawa Keplera, odkryte na sześćdziesiąt lat przed Newtonem, były zasadą mozolnéj jego pracy i punktem wyjścia do jego wielkiego odkrycia. Szukał on, jaka siła sprawia zboczenie planety od kierunku linii prostéj, i nadaje jéj drodze kształt elliptyczny czyli owalny, któréj ognisko zajmuje środek słońca. Newton uznał, że jedna siła rzutu czyli odśrodkowa zmusza ciało posuwać się w kierunku stycznéj do linii krzywéj, którą opisuje; a druga siła, skierowana do środka słońca, jest siłą przyciągającą planetę, siłą działającą podług powyższego prawa. Jednoczesne działanie tych dwóch sił sprawia, że planeta opisuje w około słońca linię krzywą elliptyczną czyli owalną.

Dwa piérwsze prawa Keplera, to jest: że planety opisują ellipsy, w których ognisku spólném znajduje się słońce; i że promienie wodzące planet opisują wycinki elliptyczne proporcyonalne do czasów, posłużyły Newtonowi do odkrycia powyżéj wysłowionego prawa przyrody. Trzecie znowu prawo Keplera, zamykające związek, zachodzący pomiędzy czasami całkowitych obiegów planet i ich

średniémi odległościami od słońca, przekonało Newtona, że przyciąganie słoneczne byłoby jednakowe na wszystkie planety, gdyby te były równo oddalone od słońca.

Przyciąganie słoneczne jest tą samą siłą, co siła ciężkości dla ziemi, która jest przyczyną spadku ciał, ich ciśnienia i ciężaru, podobnie, tamto jest przyczyną krążenia planet około słońca.

Kiedy planety ciążą na słońce, to i słońce przyciąga je nawzajem; jedném słowém, *każda cząsteczka materyalna przyciąga drugą, a druga nawzajem pierwszą, podług wyżéj podanego prawa; to jest, w stosunku prostym mass i odwrotnym kwadratów z odległości.*

Newton ustalił tę prawdę, porównywając siłę spadku ciał ku ziemi z siłą i biegiem księżyca ziemskiego.

Gdyby na księżyc działała jedna tylko siła piérwotna rzutu czyli odśrodkowa, natenczas biegłby po linii prostéj, ale on opisuje linią krzywą, musi więc jeszcze inna jaka siła na niego działać, która zbacza go od téj linii prostéj. siła ta, jak to pokazał Newton, skierowana jest do środka ziemi, i działa w sto-

sunku odwrotnym kwadratów z odległości. Takie samo prawo zachodzi i w działaniu siły ciężkości na ciało ziemskie, jak doświadczenia tego dowiodły; wszystkie zatém badania tego wielkiego geometry przekonały go: że skutkiem jednoczesnego działania dwóch sił, to jest odśrodkowéj i siły ciężkości, jest bieg księżyca po drodze elliptycznéj około ziemi. Obrachował on, ile stóp księżyc przebiega w piérwszéj sekundzie w kierunku linii łączącéj środek ziemi z środkiem księżyca: obrachował podobnie liczbę odpowiednią dla ciała ziemskiego, i przekonał się, że siła powszechnego ciążenia i ciężkość są jedną i tą samą siłą. W roku 1682 zbogaconą została nauka tą walną prawdą, która jest zasadą mechaniki nieba.

Poprzedzanie punktów równonocnych, kołysanie się osi ziemskiéj, wznoszenie się i opadanie morza, wahanie się księżyca, i wszystkie przeszkody czyli *perturbacye* w biegu ciał, do światła słonecznego należących, zachodzące, są skutkiém działania siły powszechnego ciążenia, i znajdują w niéj naturalne swoje tłumaczenie.

Przyciąganie słońca wywierane na wypukły garb ziemi pod równikiem sprawia poprzedzanie punktów równonocnych; a działanie księżyca na tenże garb sprawia kołysanie się osi ziemskiéj; przypominamy, że dwa te ruchy zowią się także *precessyą* i *nutacyą*.

Dalambert, wielki geometra, wyprowadził te dwa ruchy z attrakcyi powszechnéj; Laplace zaś udokładnił dowodzenie tego geometry.

Nie w pogadance to astronomicznéj można rozwinąć to prawo natury, potrzeba do tego znać analizę matematyczną, przynajmniéj tyle, ile jéj wymaga zrozumienie dzieła uczonéj Sommerville.

Ale można jednak przytoczyć wypadki, które wiążą zjawiska biegu ciał niebieskich z tém ogólném prawem, i dla tego podamy tu o tym związku krótką wiadomość.

Jaki jest ciężar słońca? Jaka jego gęstość średnia? Jaka jego massa? są to pytania należące do mechaniki nieba, o których wyobrażenie podamy.

Każde ciało składa się z bardzo drobnych cząsteczek, które fizycy zowią *atomami*: zbiór atomów, składających to ciało, jest to jego

massa, która jest proporcyonalną do jego *ciężaru*. Przestrzeń, którą ciało zajmuje, jest jego *objętością*. Ciężar ciała podzielony przez objętość daje jego *gęstość*, czyli *ciężar gatunkowy*. I tak, ponieważ cal sześcienny złota czystego waży 19 razy tyle, co cal wody, więc złoto jest 19 razy gęstsze od wody; czyli ma massę 19 razy od niéj większą.

Poznawszy znaczenie wyrazów: atomy, massa, ciężar, objętość, gęstość czyli ciężar gatunkowy, przystąpmy do wyznaczenia massy słońca, wyrażonéj przez massę ziemi. Massę tę znajdziemy na zasadzie téj prawdy, że massy dwóch ciał kulistych mają się w stosunku prostym sześcianów z promieni kul, i w stosunku odwrotnym kwadratów z odległości. Ta prawda posłużyła nietylko do wyznaczenia massy słońca, ale i do wynalezienia mass tych planet, którym towarzyszą księżyce, to jest na jéj zasadzie obrachowano, oprócz massy słońca, massę Jowisza, Saturna, Uranusa i Neptuna. Massy zaś Merkurego, planety Wenus i Marsa wyprowadzone zostały z przeszkód, jakich ciała te przez działanie innych na nie planet doznają.

Biorąc massę ziemi za jedność jest:

Massa	Merkurego	względem	ziemi	$^1/_{13}$
„	Planety Wenus	„	„	0,09
„	Ziemi	„	„	1
„	Marsa	„	„	$^1/_8$
„	Jowisza	„	„	339
„	Saturna	„	„	102
„	Uranusa	„	„	14
„	Neptuna	„	„	25
„	Słońca	„	„	355499
„	Księżyca	„	„	$^1/_{81}$

Ciążenie powszechne nietylko zachodzi pomiędzy ciałami należącemi do świata słonecznego, ale zachodzi także pomiędzy gwiazdami podwójnemi, milionami gwiazd drobnych, które składają kupki gwiazd, obłoczki i t. d.; działa ono wszędzie podług jednego prawa, które, jako ogólne, zowie się *prawem natury*, a które jest, jak to wyżéj powiedziano, następujące: *Ciała przyciągają się nawzajem w stosunku prostym mass i odwrotnym kwadratów z odległości.* Ta jest treść teoryi powszechnego ciążenia, z któréj można wyciągnąć tłumaczenie ruchów, zachodzących nietylko w świecie słonecznym, ale i w powszechnym.

Mechanika nieba, któréj przedmiotem jest dochodzenie praw biegu ciał niebieskich i wyprowadzenie wniosków i następstw z tych praw wynikających, doskonali się w miarę doskonalenia się sposobów dostrzegania i analizy matematycznéj, i tu daleko już rzecz posunięto; ale mało postąpiliśmy co do poznania budowy fizycznéj ciał niebieskich, ich tworzenia się i odmian, którym podlegają.

Pogadanka 14.

Księżyc. Obieg jego w około ziemi. Jego odmiany światła. Obrót około swojéj osi. Ogólne wyobrażenie o budowie jego fizycznéj.

Czy znacie gwiazdę, o któréjby tyle, czy słusznie lub nie, czy dobrze lub źle, pisano, ile o księżycu? Mniemano dawniéj, że księżyc na losy ludzi wpływ swój wywiéra; że od niego zależą dobre lub złe urodzaje, niszczące epidemie i dziwne sposoby léczenia; tajemnicze stosunki zachodzące pomiędzy odmianami jego światła, a peryodami chorób skórnych; jedném słowém wszystko to zależało od księżyca, cokolwiek wyobraźnia i fantazya mogły wynaleść dziwacznego, nadzwyczajnego, chimerycznego, ukrytego i mistycznego; wszystko to, mówimy, kładziono na karb i wpływ księżyca. A nawet i astrologo-

wie do swoich przepowiedni używali księżyca. Dzięki jednak światłu nauki, że przesądy te zniszczyła.

Jeszcze i dziś znajdujemy w niektórych kalendarzach przepowiednie pogody i słoty, oparte na lunacyach księżyca, ale powiédzmy prawdę, że to są wróżby bezzasadne, od których u nas wolne były kalendarze Gałęzowskiego, poźniéj Janickiego, a ostatecznie kalendarze Obserwatoryum Warszawskiego.

Nie wiémy, czy w takich podaniach fizycznych, a raczéj metafizycznych jest co prawdziwego? zastanawia nas, że ci tylko podzielają i wierzą w te przesądy, którzy najmniéj badali i dostrzegali przyrodę.

Porzućmy te słabości umysłu ludzkiego i udajmy się drogą prawdy do poznania księżyca. W téj podróży nie wstrzymuje nas odległość księżyca, ponieważ ta wynosi tylko 30 średnic ziemskich, czyli 51,800 mil jeograficznych A że księżyc opisuje ellipsę w około ziemi, więc też ma swój punkt *odziemny* i *przyziemny*, *apogeum* i *perigeum*, to jest największą i najmniejszą odległość: pierwsza wynosi w punkcie jego *odziemnym* 54,644 mil,

druga zaś w punkcie *przyziemnym* 48,961 mil. Są to odległości środków księżyca i ziemi, z których dochodzi się najmniejsza odległość dwóch mieszkańców, ziemskiego i księżycowego, a ta wynosi 47,633 mil.

Ostatnia odległość jest drobnostką w porównaniu z odległościami gwiazd; jest to 9 do 10 razy tylko większa droga od równika ziemskiego, i przebieglibyśmy ją kolėją żelazną, pociągiem pośpiesznym, w 283 dniach, jadąc dzień i noc; a w ciągu jednego roku, wypoczywając każdego dnia sześć godzin. W pierwszym i drugim przypadku ujeżdżamy na godzinę mil 7, i ujeżdżamy pierwszym pociągiem dziennie 168, drugim zaś 126 mil.

Z tego wynika, że nie odległość księżyca od ziemi robi tę podróż niepodobną, ale są inne jeszcze tego powody.

Fontenelle w swojém dziełku „*O wielości światów*," rozmawiając z Margrabiną, wzbudził w niéj uśmiéch, gdy jéj mówił o związkach mieszkańców ziemi z mieszkańcami księżyca; o tym jednak związku przekonał ją w końcu. Przytacza potém powody, dla których na księżyc podróżować nie możemy, a z tych głó-

wnym jest brak na nim wody i powietrza; ponieważ jeżeli księżyc ma swoją atmosferę, to ta, różniąc się bardzo od naszéj, nie jest właściwą do utrzymania życia człowieka.

Fontenelle nie mówi, w jaki sposób mieszkaniec ziemi zapobiegłby temu brakowi powietrza; nie wspomina o żadnych składach powietrza na téj drodze, do oddychania zdatnego.

Kończąc te idealną podróż na księżyc, przystępujemy do rzeczywistego jego poznania.

Ze wszystkich ciał niebieskich księżyc jest najbliższém ziemi, a ztąd téż pochodzi, że my jego budowę dokładniéj znamy, aniżeli innych planet.

Wydoskonalone dzisiejsze teleskopy i lunety dają nam poznać obraz wyraźny powierzchni księżyca; a teleskopem Rossego, który powiększa 6000 razy, widziémy księżyc tak, jakbyśmy go widzieli gołém okiem w odległości tylko ośmiu do dziewięciu mil.

Tarczę księżyca dostrzegamy raz mało co mniéjszą od tarczy słońca, drugi raz nieco większą, a sam jego bieg dzienny, od zachodu

na wschód jest 13 prawie razy prędszy aniżeli słońca; a ztąd przechodzi on przez południk o trzy kwadranse przeszło codzień późniéj, gdy témczasem opóźnienie takie dla słońca wynosi tylko 4 minuty.

Ten bieg opóźniający przéjście księżyca przez południk dowodzi, że księżyc obiega ziemię w kierunku postępowym w 27 dniach, 7 godzinach, 43 i $^1/_3$ minutach. Po tym przeciągu czasu środek księżyca po okrążeniu całego nieba powraca do téj saméj gwiazdy, i razem z nią przechodzi przez południk: peryod ten zowie się miesiącem *gwiazdowym*. Jeżeli teraz księżyc, zamiast z gwiazdą, porównywać będziemy ze słońcem, i uważać ich przejście razem przez południk; wtedy czas upłyniony między jednéin takiém a następném przejściem przez południk środków tych ciał, nazywa się miesiącem *synodycznym*, i ten jest blisko o 2 dni dłuższy od gwiazdowego; ztąd miesiąc synodyczny wynosi 29 dni 12 godzin 44 i $^1/_{20}$ minut, kiedy témczasem obieg *gwiazdowy* wynosi tylko, jak wyżéj, 27 dni, 7 godzin 43 i $^1/_5$ minuty.

Bieg ten odbywa się podlug praw Keplera, to jest po drodze owalnej czyli elliptycznej, którą wykreślić można, mierząc mikrometrm średnicę księżyca, która jest odwrotnie proporcyonalną względem jego odległości. Zachodzi tu także i drugie prawo Keplera proporcyonalności wycinków elliptycznych do czasów na ich przebieżenie łożonych; i trzecie jego prawo, pokazujące, że stosunek pomiędzy kwadratami z całkowitych obiegów i sześcianami z średnich odległości jest ten sam, co i dla innych planet. Przypominamy tu te stosunki, które zachodzą i co do innych ciał niebieskich, a o których w dalszym ciągu mówić będziemy.

Zwracamy także i na to uwagę, że kiedy nadajemy kształt drodze księżyca elliptyczny, to zakładamy, że ziemia znajduje się w ognisku ellipsy, i jest w spoczynku; rzeczywiście zaś ziemia opisuje w około słońca drogę także elliptyczną, a z nią razem i księżyc krąży w około słońca; ostatnie znowu w około gwiazdy konstellacyi Herkulesa, i nakoniec około Alcyony tak, że księżyc opisuje linję wężowatą, którą słusznie jeden z popular-

nych pisarzy porównał z krzywą, którą tancerka zakreśla, tańcząc ulubioną polkę.

Płaszczyzna drogi księżyca nie schodzi się z ekliptyką, ale jest do niéj pochyloną nieco więcéj nad 5 stopni czyli $^1/_{17}$ kąta prostego. Punkta, w których droga ta przecina drogę ziemską, zowią się *węzłami*, i te nie są stałe, ale cofają się, podobnie jak punkta równonocne, od zachodu na wschód, w kierunku przeciwnym biegowi postępowemu, i kończą ten swój obieg w 18 latach, 218 dniach, 21 godzinach 22 i $^1/_3$ minutach: jest to *okres Metona*, po upływie którego nowie i pełnie powracają na te same dni tygodnia, i ten to okres służył starożytnym do przepowiadania zaćmień słońca czyli ziemi, i zaćmień księżyca, o których w następującéj pogadance mówić będziemy. W końcu dodamy, że pochyłość drogi księżycowéj jest ciągle zmienna, co wskazuje ruch stożkowy osi jego drogi około osi ekliptyki, a z czego wynika, że droga księżyca jest krzywą podwójnéj krzywizny, taką jaką naprzykład jest gwint szrubowy.

Kończąc opis kształtu drogi księżycowéj,

zróbmy tę uwagę, że droga ta jest ellipsą bardziej przedłużoną aniżeli ellipsa ziemska.

Księżyc nie świéci własném światłem, ale pożyczaném od słońca; nie jest zatém gwiazdą, ale planetą drugiego rzędu, która okrąża ziemię swoją planetę główną, czyli rzędu piérwszego. Dowodem tego faktu są odmiany jego światła, czyli *lunacye;* każdy wié co to jest *nów, pierwsza kwadra, pełnia* i *ostatnia kwadra*; każdy zna wzrost tarczy księżyca od wązkiego sierpa do pełnéj tarczy i od niéj do podobnego, ale odwróconego sierpa. Te odmiany światła następują peryodycznie, i kończą się w synodycznym miesiącu.

Jeżeli nie pojmujemy od razu położeń księżyca względem ziemi, jakie w jego lunacyach zachodzą, to weźmy kulę wyobrażającą księżyc, i będąc sami w spoczynku, prośmy ażeby druga osoba, obchodząc nas ciągle, kulę tę ku nam skierowaną trzymała; natenczas kulę tę oświécać będzie słońce, ale tylko jednę jéj połowę, kiedy témczasem druga w ciemności zostawać będzie. My przedstawiamy tu położenie ziemi, a osoba ta druga położenie księżyca.

Uważajmy teraz dobrze na położenia księ-

życa względem ziemi i słońca, w czasie czterech jego lunacyj. W tym celu prowadźmy w mysli trzy linie, z którychby jedna łączyła środek słońca z środkiem ziemi, druga środek księżyca z środkiem ziemi, a trzecia środek księżyca z środkiem słońca: nazwijmy pierwszą *linią łączną*, drugą *środkową ziemi i księżyca*, a trzecią *środkową słońca i księżyca*: ta być może uważana, jako w każdym punkcie drogi księżycowéj saméj sobie równoległa dla wielkiéj odległości księżyca od słońca; płaszczyzna prostopadła na tę linię, przecinająca księżyc, oddziela stronę jego obróconą do słońca czyli oswiéconą, od strony odwróconéj czyli ciemnéj Kiedy środek księżyca przyjdzie do linii łącznéj i jest bliższy słońca niż ziemia, mamy natenczas *Nów*, w którym strona kuli księżycowéj do ziemi obrócona jest ciemna; wtenczas to, albo wcale nie widziémy kiężyca, albo go widziémy, jako tarczę czarną, zasłaniającą słońce i robiącą jego dla nas *zaćmienie*. Kiedy znowu środek księżyca przyjdzie do linii łącznéj, i księżyc dalszy jest od słońca niż ziemia, natenczas jest on w *Pełni*, i wtedy strona obrócona do słońca, jest ra-

zem obrócona do ziemi, a zatém oświécona staje się widoczną. Widziémy więc księżyc cały światłem okryty: chyba że cień od środkującéj między słońcem i księżycem ziemi rzucony, padnie na księżyc, i zrobi nam jego zaćmienie. Kiedy zaćmienia słońca nie mogą się trafić tylko w nowiu, a zaćmienia księżyca tylko w pełni, możemy powiedziéć, że nie mogą się trafić tylko na, albo przy saméj linii łącznéj.

Jeżeli środek księżyca jest od linii łącznéj oddalony o ćwierć okręgu koła, czyli kiedy linia środkowa księżyca i ziemi przecina pod kątem prostym linią łączną; natenczas księżyc jest albo *w piérwszéj* albo *ostatniéj kwadrze*: gdzie połowa strony oświéconéj okrywa połowę widocznéj, i wtenczas widziémy połowę tarczy księżycowéj ciemną, a połowę światła.

Kiedy więc księżyc postępuje od nowiu do pełni, natenczas strona oświécona stopniami coraz bardziéj wchodzi, i pokrywa stronę widoczną, póki się zupełnie z sobą obie te strony nie zeijdą, a jak znowu od pełni aż do nowiu strona ciemna stopniami wchodzi, i pokry-

wa stronę widoczną księżyca, póki znowu obydwie te strony nie znijdą się razem z sobą w nowiu. Wzrost więc ten i ubywanie światła księżycowego zależy od położenia księżyca względem słońca i ziemi, czyli od kąta, który linia środkowa ziemi i księżyca robi z linią łączną.

Ponieważ od jednej do drugiej lunacyi upływa mało co więcéj jak siedm dni, więc téż przeciąg taki dał początek rachubie czasu na *tygodnie*; obieg synodyczny księżyca dał początek *miesiącom;* obrót dzienny ziemi *dniowi*; a obieg jéj roczny dał początek rachubie czasu na *lata*, podział zaś na godziny, minuty i sekundy zwyczaj zaprowadził.

W czasie nowiu księżyc wschodzi i zachodzi razem ze słońcem, przechodzi zaś przez południk w południe: w czasie pierwszéj kwadry księżyc jest na południku, kiedy słońce zachodzi, a wschód jego przypada w południe, jego zachód o północy. W czasie pełni księżyc przechodzi o północy przez południk, a wschód jego przypada razem z zachodem słońca. Nakoniec podczas ostatniéj kwadry, księżyc jest na południku, kiedy słoń-

ce wschodzi; a wschód jego przypada o północy, zachód zaś w południe.

Każdy dostrzegł to, że księżyc zawsze tą samą prawie stroną do nas jest obrócony, czyli tę samą prawie tarczę nam pokazuje. Jakże się o tém przekonywamy? oto dostrzegając przez małą nawet lunetę jego tarczę widziémy zawsze te same na niéj prawie plamy. Staranniéjsze obserwacye wykrywają pewne wachanie się księżyca, które się jego *libracyą* zowie, i ta jest dwojaka: jedna odbywa się od zachodu na wschód, i zowie się *libracyą w długości*; a druga od północy na południe, i ta nazywa się *libracyą w szerokości*; w skutku tego wachania się $^4/_7$ części powierzchni księżyca są dla nas widzialne, a $^3/_7$ części są ciągle dla nas zakryte. Pomijając libracyą, zobaczmy, co jest przyczyną ciągłego pokazywania się nam téj saméj tarczy.

Przyczyną tego jest, że księżyc nietylko obiega ziemię, ale i obraca się około swojéj osi; i że czas całkowitego obrotu około osi i całkowitego obiegu jest jeden i tenże sam. Sprawdzić to możemy łatwo, jeżeli ustawimy osobę jaką w środku koła, po obwodzie któ-

rego my poruszać się będziemy tak, ażebyśmy jej zawsze twarz widzieli, czyli ażebyśmy na siebie oko w oko patrzyli; natenczas obrócimy się raz w tym samym czasie, w jakim cały obieg uskutecznimy. Osoba w środku stojąca wyobraża ziemię, my zaś, obracając się i posuwając po kole, wyobrażamy księżyc.

Dla dokładniejszego poznania tego fenomenu uważajmy nadto, że gdyby księżyc miał tylko sam bieg postępowy około ziemi; natenczas widzielibyśmy obydwie strony jego powierzchni: to jest, jednę od nowiu do pełni, drugą od pełni do nowiu: i plamy, które widziémy zawsze na tych samych miejscach tarczy księżyca, zmieniałyby swoje miejsca, wstępując na stronę dla nas widzialną, i byłyby w różnéj od brzegów téj tarczy odległości, czego niedostrzegamy. Zkąd koniecznie wypada, że księżyc, krążąc około ziemi, obraca się także w około swojéj osi, i że całkowity jeden jego obrót tak długo trwa, jak i jego całkowity obieg w około ziemi: czas ten wynosi, jakieśmy wyżéj powiedzieli, 27 dni 7 godzin 43 i ½ minuty. Przez ten ruch obrotowy zwraca księżyc do ziemi jednę tylko i tę samą

stronę swojéj powierzchni, odwracając drugą. Oś obrotu księżyca pochylona jest do płaszczyzny drogi ziemskiéj, czyli do ekliptyki, pod kątem 88 stopni i 37 minut, czyli zbacza od osi téjże eklíptyki o $^1/_{65}$ część kąta prostego.

Nim do opisania budowy fizycznéj księżyca przystąpimy, powiédzmy, jak się mieszkańcowi księżyca ziemia nasza wydaje. Widzi on te same odmiany światła, to jest: nów, piérwszą kwadrę, pełnią i ostatnią kwadrę ziemi, i te odpowiadają pełni, ostatniéj kwadrze, nowiowi i piérwszéj kwadrze księżyca. Z powodu wielkości ziemi, widzi selennita, czyli mieszkaniec księżyca, jéj tarczę 13 razy większą, aniżeli my widziémy jego tarczę. Oprócz tego jest dla niego ziemia nieruchomą, a słońce i inne gwiazdy krążą koło niéj. Uważa on tę tarczę, jako lampę zawieszoną w przestrzeni, która się zapala z początkiem dnia. a gaśnie z początkiem nocy.

Dodajmy, że to ma miejsce tylko dla mieszkańców strony księżyca dla nas widzialnéj.

Swiatło odbite od powierzchni ziemi, pokrywa księżyc bladem światłem, które się zo-

wie *popielatém*, a które spostrzegamy po nowiu w zachodnéj stronie nieba, nim księżyc dojdzie do piérwszéj kwadry; albowiem późniéj znaczny blask księżyca ćmi to popielate światło.

Kształt z księżyca nie jest zupełnie kulistym, a ścisłe dostrzeżenia i teorya powszechnego ciążenia wykryły, że kula ta jest nieco wypukłą w kierunku promienia, łączącego jego środek z środkiem ziemi. Srednica księżyca wynosi 468 mil, jego powierzchnia jest 13 razy mniéjsza od powierzchni ziemi, a objętość jest $^1/_{49}$ objętości ziemi. Massa jego jest $^1/_{81}$ massy ziemi; gęstość względem ziemi $^3/_5$ a względem wody 3,3. Ciało spada na nim w kierunku pionowym w piérwszéj sekundzie 2,6 stóp, kiedy na ziemi spada z prędkością 15,1 stóp; droga ta na słońcu wynosi 462 stóp.

Ziemia z swoim księżycem tworzy świat małych wymiarów, dopiéro co podanych.

Zobaczmy teraz, co dotąd wiedzą astronomowie o fizycznéj budowie księżyca.

Powierzchnia księżyca, téj przynajmniéj części, która dla nas jest widzialną, pokryta

jest wielką liczbą plam, z których niektóre gołém okiem są widzialne. Na téj powierzchni wznoszą się liczne chropowatości, czyli wyniosłości, odznaczające się kształtami: cienie rzucone przez te wyniosłości przekonywają, że powierzchnia księżyca najeżona jest wysokiemi górami.

Bardzo wiele z tych gór są iglicami, i zastanawia każdego to mnóstwo kraterów czyli kotlin kolistych, formacyi podobnéj do naszych wulkanów, ale wymiarów daleko znaczniéjszych; i tak krater *Ptolemeusza* ma średnicę przeszło 24 mil długą. Dno takiéj kotliny zwykle jest niższém od okalającego ją wału.

Dokładne mappy całéj widzialnéj tarczy księżyca i jéj części, rysowane przez Heweliusza, Schroetera, Lohrmana, Maedlera i Schmidta, służą do poznania rozmaitych miejsc, znajdujących się na jego powierzchni. Scisły wymiar wysokości gór księżycowych pokazał, że te do 27,000 stóp dochodzą; i tak iglica *Doerfel* wysoką jest 26400 stóp.

Długie wąwozy ciągnące się prawie w kierunku prostym, naprowadzają na tę mysl, że

to są dzieła ręką mieszkańców księżyca, czyli *selennitów*, wyrobione ; ale wymiary tych równin, wysokości ich ścian, czyli ich głębokości, stały się powodem, dla którego myśl tę zarzucono. Podobnie sądzić potrzeba o fortecach, miastach i t. d, które Gruithuisen w swoich rozmaitościach rysuje i opisuje. Rozbierać potrzeba z zimną rozwagą takie marzenia, ponieważ te doprowadziłyby nas mogły do owéj niedawno pojawionéj wycieczki na księżyc na dwudziestu-stopowym teleskopie, którą pewien amerykanin pod nazwą *Johna Herszel* w świat puścił, kiedy ten na przylądku *Dobréj Nadziei* postrzeżenia robił: była to prawdziwa kaczka gazeciarska.

Przystąpmy nakoniec do rozwiązania tego ciekawego pytania: *czy księżyc jest zamieszkany?* Na to pytanie astronomowie bardzo wątpliwie odpowiadają, ponieważ dostrzeżenia przekonywają, że nie ma na księżycu ani powietrza, ani wody.

Astronomowie dostrzegli, że w czasie zakrycia gwiazdy przez księżyc, promienie jej światła nie załamują się, tak przy jéj wejściu za księżyc, jako i przy jéj wyjściu; na mocy cze-

go wnioskują, że albo nie ma na księżycu powietrza, albo też jest tak rzadkie, jak powietrze znajdujące się pod dzwonem machiny pneumatycznéj, po dostateczném go wypompowaniu.

Za brakiem powietrza idzie téż i brak wody, ponieważ przy ciśnieniu tak rzadkiego powietrza woda parowałaby obficie, a tém samém tworzyłyby się gęste chmury na księżycu, których jednak żadne dotąd spostrzeżenia nie odkryły. Chmury te przedstawiałyby się w kształcie wielkich plam, co nie ma miéjsca; ponieważ my tarczę księżyca widziémy zawsze jednostajnie świécącą, jeżeli ją obserwujemy w czasie pogodnéj nocy.

Przyznać zatém należy, że jeżeli są na księżycu mieszkańcy i istoty organiczne, to te od nas i ziemskich organicznych istot muszą być różne, dla których powietrze i woda są koniecznémi warunkami życia. Zaprzeczać jednak nie możemy zupełnie bytu selennitów i istot organicznych księżycowych, ponieważ nie znamy, jak różną jest przyroda w swoich objawach.

Nie znamy drugiej strony księżyca, ale pomimo zdań przeciwnych, można wnioskować, że strona jego dla nas niewidzialna podobna jest do téj, którą widziémy.

Pogadanka 15.

Zaćmienia słońca i księżyca.

Otóż jedno z zjawisk dobrze poznanych, i tyle razy przez osoby obce nawet astronomii dostrzegane.

Pochodzi to zjawisko od względnego położenia księżyca względem ziemi i słońca i od ich biegu; nadto i ztąd, że każde ciemne ciało kuliste, oświécone od kuli większéj świécącéj, rzuca poza siebie cień ostrokręgowy, tém dłuższy, im się dwa te ciała mniéj co do wielkości różnią, i bardziéj są oddalone, tak dalece że, kiedy dwa te ciała są równe, ostrokrąg ten zamiénia się na walec. Długość zatém cienia zależy od wielkości ciała świécącego i oświéconego, i od ich wzajemnéj odległości

Oprócz cienia jest także przycień: jest to miéjsce znajdujące się na granicach cienia, do

którego nie wszystkie promienie światła dochodzą. Ten przycień, idąc od granicy cienia, słabieje coraz bardziej, a w końcu ginie.

Ziemia i księżyc, dwa ciała kuliste, oświécone od słońca znacznie od nich większego, rzucają poza siebie cienie ostrokręgowe, których długości łatwo dojść można.

Załóżmy teraz, że jedno z nich wchodzi w cień drugiego w całości lub w części, a natenczas będziemy mieli zaćmienie całkowite lub cząstkowe.

Będzie to zaćmienie księżyca, kiedy księżyc przesuwa się przez cień ziemi.

A znowu zaćmienie słońca, kiedy ziemia napotkana jest przez cień księżyca.

Zaćmienia zatém na niebie zależą od tego, że jedno ciało niebieskie wchodzi w cień rzucony przez drugie ciało oświécone. Księżyc i ziemia są ciałami ciemnémi, i będąc oświécone od słońca, rzucają poza siebie cień w kształcie ostrokręgu; cień ten otacza przycień i graniczy z nim. Długość cienia ziemi przypada pomiędzy 182,408 a 188,640 mil; długość zaś cienia księżyca zawarta jest pomiędzy 49,376 a 51,083 mil; widziémy zatém,

że długość cienia piérwszego wynosi blizko 3 i $^1/_2$ razy długość cienia drugiego. Powiedzieliśmy dopiéro co, że ile razy cień ziemi księżyc pokrywa, tyle razy mamy zaćmienie księżyca; a ile razy cień księżyca ziemię, spotyka, tyle razy mamy zaćmienie słońca; albowiem cień rzucony na ciało oświécone, pozbawia go światła. Zaćmienie może być cząstkowe albo całkowite, podług tego jak część tylko, albo całe ciało, jest dla nas zakryte. Zaćmienie słońca może być także obrączkowe, kiedy księżyc znajduje się w punkcie odziemnym; cień wtenczas ziemi tylko dotyka, i na słońcu koronę czyli pierścień wykrawa; tarcza téż księżyca, jest wtenczas mniéjsza od tarczy słońca.

Ponieważ księżyc i ziemia wtenczas tylko zaćmione być mogą, kiedy znajdują się na linii prostéj ze słońcem, to zdawałoby się, że ich zaćmienia powinnyby przypadać każdéj pełni i każdego nowiu. Byłoby to istotnie, gdyby droga księżyca nie była pochylona do ekliptyki; ale gdy pochyłość ta jest dosyć znaczną, więc największa liczba pełni przypada nad, albo pod, cieniem ziemi, największa

zaś liczba nowiów nad, albo pod, linią łączącą środek słońca z środkiem ziemi, to jest nad, albo pod, słońcem. Wtenczas tylko zaćmienia przypadną, kiedy te odmiany przypadać będą na płaszczyznie drogi ziemskiej, albo blizko niej, i kiedy księżyc w samych węzłach, albo blizko nich, znajdować się będzie. Gdyby położenie tych węzłów było stałe, to natenczas pewne następstwo w pojawach tych zaćmień pokazałoby się, i następowałyby one w tych samych porach roku, chociaż nie w tych samych dniach. Przy znanej odmianie tych węzłów, przepowiadanie zaćmień jest możebném. Jeżeli starożytni, nie posiadając tablic biegu słońca i księżyca, przepowiadali naprzód zaćmienia, to im posługiwał znany już okres Metona, i jak to historya mówi, wyznaczali oni zaćmienia na tysiące lat naprzód. Pilne dostrzeżenia przekonały ich, że zaćmienia po tym okresie przypadały na te same dnie; dla tego, że 19 lat słonecznych równa się 235 miesiącom lunacyjnym, ściśle aż do dwóch godzin. Powiedzieliśmy także, że w tym peryodzie i węzły księżyca opisują cały okrąg; widziémy zatém, że w podobnym peryodzie

zawarty jest peryod zaćmień, na którym starożytni swoje przepowiadania gruntowali. Ponieważ obydwa te peryody, jeden odmian światła, czyli lunacyi księżyca, drugi obiegu jego węzłów, jeden w drugi nie ściśle wpadają, to pozostaje zawsze jakaś niepewność, używając okresu Metona. Teraz rachują się zaćmienia na zasadzie tablic biegu słońca i księżyca: to jest, biorą się z nich te chwile, w których pełnie i nowie przypadają, i dochodzi się, czy odległość kątowa księżyca od ekliptyki jest większa lub mniejsza od promienia ostrokręgu cienia; albo czy w czasie nowiów ta odległość jest mniejsza lub większa od promienia tarczy słońca. Tym sposobem dowiadujemy się, w których pełniach i nowiach przypadają zaćmienia księżyca i słońca.

W ogólności przypada w ciągu 18 do 19 lat 70 zaćmień, z których 29 księżycowych, a 41 słonecznych; nigdy więcéj jak 7 w jednym roku, a najmniej 2, jak to będzie miało miejsce w roku 1864. Widziemy, że liczba zaćmień księżyca wynosi $^2/_3$ zaćmień słońca: przyczyna téj większéj liczby zaćmień słońca polega na tém, że grubość ostrokręgu opasującego słoń-

ce i ziemię, utworzonego obrotem linii stycznéj do obydwóch kul, jest mniéjsza za ziemią, jako bliższa wierzchołka cienia, aniżeli w miéjscu pośredniém między ziemią i słońcem; zaczém idzie, że, podczas zaćmienia księżyca, księżyc wchodzi całkowicie lub częściowo w ostrokrąg ciemny, za ziemią położony, nierównie większy, aniżeli przed ziemią; przeciwnie w czasie zaćmienia słońca, to jest w nowiu, księżyc wchodzi w część ostrokręgu grubszego, jasnego, między słońcem i ziemią położonego, co się częściéj zdarzać zwykło.

Doświadczenie nie powinno nas łudzić, że w pewném miéjscu mniéj pojawia się zaćmień słońca.

Zaćmienia księżyca pojawiają się jednocześnie na całym widnokręgu, dla którego pełnie mają miéjsce. Zaćmienia zaś słońca pokrywają tylko najwięcej $^1/_6$ część półkuli ziemi. Dla nas zatém większa liczba zaćmień słońca staje się niewidzialną, gdy tymczasem zaćmienie księżyca jest tylko wtenczas niewidzialném, kiedy się na przeciwnéj półkuli znajdujemy: ztąd to pochodzi, że często dla pewnego miéjsca cały wiek, a nawet parę wieków

upłynie, a jedno się tylko całkowite zaćmienie słońca pojawi.

I tak w północnych Niemczech będzie w tym wieku jedyne tylko zaćmienie całkowite dnia 19 Sierpnia 1887 r.

Zaćmienia słońca i księżyca, zwracały nietylko uwagę astronomów ale i ludu, a przesądy do nich przywiązane trwają po części i dotąd. My sami w jakieś tajemnicze uczucie wpadamy, kiedy naraz srebrzyste światło księżyca zamienia się na ciemno-popielate lub miedziane. Działanie to na nasz umysł polega nietylko na téj ponuréj ciemności, ale i na pewnych jéj własnościach, różnych barwach i takich pojawach, które są nawet i dla badacza przyrody ciekawe. Otóż przypatrzmy się miedziano-czerwonéj tarczy księżyca: nie dziwiłoby nas, gdyby księżyc, w cieniu ziemi zanurzony, zupełnie swoje światło stracił; to jednak popielate światło, które widziémy często w pełni, a zawsze przed piérwszą i po ostatniéj kwadrze, mianowicie zaś podczas małego skrawka na początku piérwszéj kwadry i przy końcu ostatniéj, znajduje swoje tłumaczenie w odbiciu jasno oświéconéj ziemi przez

słońce, ale to nie tłumaczy czerwonego światła księżyca. Możnaby pomyśléć o własném z księżyca promieniującém świetle, i w rzeczy saméj sławni astronomowie, jak Herszel, myśleli o tém, kiedy myśl tę ich zniweczyło dostrzeżenie Heweliusza, który dostrzegł, że przy wielu zaćmieniach światło to zupełnie znika, i nie widać na niebie tarczy księżyca: mówi o tém Heweliusz w sprawozdaniu o zaćmieniu księżyca z dnia 25 Kwietnia 1642 r.; to samo stwierdza i Maedler co do zaćmienia z dnia 10 Czerwca 1816 r. Jedyne wyjaśnienie pozostaje w atmosferze ziemskiéj, która, łamiąc światło, niektóre promienie przesyła, i tarczy księżyca udziela; a to dla tego, że powietrze pochłania wielką część światła słonecznego i rozprasza go we wszystkich kierunkach; jednak działanie to nie rozciąga się do różnobarwnych promieni, które złożone dają światło białe. Fioletowe promienie głównie się zatrzymują, kiedy czerwone najłatwiéj przechodzą.

Z takiéj to przewagi fioletowych promieni pochodzi także i błękit nieba, kiedy czerwoność oświéconych nizkich obłoków pochodzi

od czerwonych promieni, niższe warstwy atmosfery przenikających. Te jaśniejsze czerwono-różowe miéjsca, które na ciemnéj tarczy księżyca widziémy, równie jak i te świetniéjsze punkta, które Herszel za księżycowe wulkany uważał, tłumaczą się przez przerwy gęstszéj atmosferycznéj powłoki, albo przez silniéjsze okazywanie się pojedynczych szczytów wysokich gór księżyca.

Rozmaitsze i bardziéj zajmujące są pojawy, towarzyszące zaćmieniom słońca. Cała przyroda bierze w tym zjawisku nieba swój udział, i uczucie człowieka mimowolnie zajmuje się niém. Szybkie zniknięcie słońca, któremu piękność natury zawdzięczamy, i które jest źródłem całego ziemskiego życia, przestrasza tych, którzy żadnego wyobrażenia o tém zjawisku przyrody nie mają. Nie powinno to zadziwiać, jeżeli ludy nieoświécone uważały zaćmienia za gniéw boski za sądy straszne, kiedy oni, rozprawiając o końcu świata, domy zamykali i na kolana padali; studnie nakrywali, dla tego, aby kapiąca z nieba trucizna wody niezatruła. Wszakże jeszcze przed 110 laty izba wojenna i dominialna w Królewcu

wydała nakaz, ażeby przed przypadającém zaćmieniem bydła na pole nie wyganiano. Wszakże w r. 1851 processye w Wiédniu odprawiano, dla odwrócenia tego złego, to jest całkowitego zaćmienia słońca. O mocy takiego pojawu daje Arago najlepszy obraz: w Perpignan, dnia 9 Lipca 1842 r., zgromadziło się 20,000 ludzi; uczeni, obywatele, wieśniacy i żołnierze, zeszli się dla widzenia całkowitego w południowéj Francyi zaćmienia. Było pomiędzy niémi zapewne bardzo wielu, co zjawisko to uważali za naturalne i obrachować się dające. Na początku zaćmienia ciekawość ich powiększała się coraz bardziéj, a przy okazaniu się małego tylko skrawka na zachodnim krańcu słońca, powstała wrzawa, hałas: powstał krzyk, bojaźń i ponure, podobne do uderzenia fal morskich echo, unoszące to mnóstwo nieoświéconego ludu. To echo zwiększało się coraz bardziéj, im węższym był skrawek oświéconéj tarczy słońca. Nakoniec zginął ten skrawek, zupełna ciemność nastąpiła, i grobowa cichość otaczała, jak się to Arago wyraził, tę fazę pojawu podobne do pendułu astronomicznego zegaru, który oznacza przejścia gwiazd

przez południk, Zjawisko to przez swą wspaniałość wzbudziło radość w młodzieży, zawiązało usta plotkarzom i krzyczącą obojętność żołdactwa. W powietrzu panowała cichość, wszystko umilkło.

Przy tak uderzających zjawiskach, które nasz umysł zajmują, tłumaczyć się dają wrażenia okazujące się w zwiérzętach. Ta nagłość pojawu, to nadspodziewane zakrycie napełnia strachem ludzi i zwiérzęta. Widziéć można ptaki bez przytomności latające i z tęschnotą swoje gniazda opuszczające, mrówki pracować przestają, konie w koło głowami się ustawiają, woły rogami naprzód, psy wyją. Rośliny schylają swoje korony kwiatowe, nocne otwiérają swoje kwiaty: ten chwilowy udział w takim pojawie przyczynia się do tego, że serce ludzkie staje się czulszém na wspaniałość takiego zjawiska.

Doświadczenie nauczyło, że daleko więcéj widziémy zaćmień cząstkowych, ale te nie nastręczają tyle uderzających pojawów. Może być połowa, a nawet $^2/_3$ części tarczy słonecznéj zakryte, a to nie zmieni fizyonomii nieba, nie sprowadzi ciemmności, ani termometr

nie opadnie. Tylko, kiedy cień okrągłolistnych drzew uważać będziemy, wtenczas się widoczne i zajmujące działanie cząstkowego zaćmienia okazuje. Ten cień pokazuje się z początku okrągły, a potém elliptyczny, i igra z sobą, jak wiatr liść poruszający. Podczas cząstkowego zaćmienia, miejsca te przybiérają kształt zaćmionej tarczy słońca, postać elliptycznych sierpów.

Gdy zaćmienie jest dziewięcio lub dziesięcio calowe, natenczas i towarzyszące pojawy są wyraźniejsze. Niebo pogodne zaciąga się lekko kolorem szarym, a obłoki zielonkowatym; oświetlenie ziemskich przedmiotów coraz słabieje, jednak nie równa się wieczornemu zmrokowi; światło i cień są ostrzej odgraniczone, kiedy się w czasie zmierzchu razem zléwają. Ciepło się zmniejsza, chłodny powiéw wiatru, zwany wiatrem zaćmienia, powiéwa wkierunku postępującego zaćmienia. Im bardziéj zaćmienie zbliża się do całkowitego, tém mocniéj pojawy te okazują się, a przy jedynastocalowém zaćmieniu, musiémy już w pokoju świéce zapalać.

Chcemy mieć obraz tych pojawów w czasie całkowitego zaćmienia słońca, to udajmy się na wyniosły pagórek. Skierujmy oko na zachód, a przedstawi nam się nowy oćmiony krajobraz. Olbrzymim krokiem widzieć będziemy posuwający się czarny cień księżyca, gwiazdy większe stają się widzialne, pojedyncze miéjsca na niebie przybierają barwę szarawożółtą, bardziej w kolor czerwony, aniżeli w purpurowy, wpadającą. W chwili gdy cień księżyca na swojém stanowisku stanął, opromienia słońce korona jasna, purpurowa, a nawet na brzegu słońca wznoszą się czerwone, ogniste wyskoki.

Kiedy teraz znowu piérwszy promyk słońca wraca, powraca téż wszystko do zwykłego stanu, korona i wyskoki znikają, gwiazdy gasną i jasność przybiéra daleko prędzéj, aniżeli się ciemność powiększała.

Pogadanka 16.

Planety dolne Merkury i Wenus.

Jeżeli w kierunku drogi od ziemi ku słońcu podróżować będziemy, to napotkamy naprzód Wenus, a potém Merkurego; są to planety dólne, ponieważ ich drogi obéjmuje droga ziemska.

Merkurego odległość średnia od słońca wynosi 8,005,523 mil, a od ziemi najmniéjsza 10,683,203, największa zaś 30,681,455 mil.

Znali go wprawdzie starożytni, ale go źle znali, i uważali, że to są dwie gwiazdy, z których jednę nazywali *Apollinem*, drugą *Merkurym*.

Przyczynę tego zamięszania łatwo wytłumaczyć można.

W dwóch różnych epokach Merkury zachodzi w krótce po słońcu, później oddala się

od niego na wschód i zachód, i to oddalenie się wynosi od 16 do 29 stopni.

Zanurzony ciągle w promieniach słonecznych, trudno go dojrzéć można, a ztąd pojmujemy ten żal Kopernika, który do grobu wstępując, wykrzyknął „O Boże, pokaż mi Merkurego”, i to napomnienie Kepłera, że ten napróżno traci czas, kto Merkurego chce zobaczyć; buduje on zamki na lodzie. Dzięki zbroi oka: lunetom i teleskopom, któremi tę drobną planetę tak, jak każdą inną gwiazdę, spostrzegać możemy.

Merkury ma takie same odmiany światła, jakie nam księżyc przedstawia, pochodzące ztąd, że planeta ta jest ciemną i tylko od słońca oświéconą, i że względem słońca jest różnie położoną.

Ponieważ droga ziemska obéjmuje drogę Merkurego, więc téż ma dwa złączenia, dólne i górne, a za to żadnéj przeciwległości, i rzuca się w pewnych czasach na tarczę słońca, jak punkt czarny: jest to wtenczas *przejście Merkurego przed tarczą słońca*, i miałoby to miéjsce w każdém złączeniu dólném, gdyby droga Merkurego schodziła się z drogą po-

zorną słońca; ale ponieważ ta jest pochylona do ekliptyki, a zatém zjawisko to w pewnych tylko latach następuje, i to w węzłach lub blizko nich. Ostatnie przejście miało miejsce dnia 11 Listopada 1861 roku.

Merkury, jak wiadomo, jest planetą drobną, jednak średnica jego wynosi 671 mil; powierzchnia jego jest $^1/_7$ powierzchni ziemi; objętość $^1/_{17}$ jéj objętości. Obiega on słońce w 87 dniach 23 godzinach 15 i $^3/_4$ minutach na płaszczyznie, pochylonej do ekliptyki pod kątem 7 stopni 13 i $^1/_3$ sekundy; obraca się w około swojéj osi w ciągu 24 godzin i 5 minut. Światło i ciepło jest 7 razy silniéjsze niż na ziemi, ciężar jednego funta waży na nim $^{12}/_{25}$ czyli blizko pół funta; a ciało spada na nim w piérwszéj sekundzie 7 i $^1/_5$ stóp.

Merkury ma sobie właściwą atmosferę; na nim znajdują się smugi ciemniéjsze od tła jego tarczy, i jest rzeczą prawdopodobną, że na nim panują wiatry peryodyczne. Dostrzeżono na nim bardzo wysoką górę, któréj szczyt posłużył do wyznaczenia czasu jego dziennego obrotu.

Spłaszczenie jego drogi, czyli mimośród, jest bardzo znaczne; wynosi ono $^1/_5$ część połowy osi wielkiéj jego drogi; a ztąd téż teorya jego biegu jest trudna; teoryą tą zajmował się uczony astronom Leverrier, Dyrektor Dostrzegalni Paryzkiéj.

Pomiędzy słońcem i Merkurym krąży planetoida, odkryta w r. 1859, którą nazwano Wulkanem.

Przejdźmy z porządku do opisania planety Wenus.

Odległość téj planety od słońca wynosi 14,960,189 mil, od ziemi odległość najmniéjsza jest 5,073,192, a największa 36,091,466 mil.

Znali tę planetę starożytni i uważali ją za dwie gwiazdy, które nazywali *Lucifer* i *Hesperus* czyli gwiazdą *poranną* i *wieczorną*. Oddalenie się jéj od słońca na wschód i zachód słońca wynosi 48 stopni.

Wenus ma takie same odmiany światła, jak księżyc, a najżywsze jéj światło wraca co lat ośm.

Średnica jéj wynosi 1717 mil, powierzchnia jéj i objętość są prawie równe ziemi; massa

mało co się różni od massy ziemi: światło i ciepło jest blizko dwa razy większe, jak na ziemi: ciężar jednego funta na ziemi równa się $^3/_{10}$ funta na planecie Wenus, a ciało spada w piérwszéj sekundzie 13 i $^3/_5$ stóp.

Przejścia jéj przed tarczą słońca posłużyły do dokładnego wyznaczenia odległość ziemi od słońca: dwa następujące przejścia będą miały miejsce w latach 1874 i 1882.

Obrót około osi wynosi 23 godzin 21 i $^1/_3$ minut, a czas całkowitego obiegu 224 dni 16 godzin 49 $^1/_{10}$ minut; droga jest pochylona do ekliptyki pod kątem 3 stopnie 23 i $^1/_2$ minut.

Co do budowy fizycznéj planety Wenus, ta bardzo podobną jest do budowy ziemskiéj: atmosfera jéj jest mglista, niebo chmurami pokryte: oblewają ją oceany, i prawdopodobnie znajdują się na niéj istoty organiczne, podobne do naszych.

Pogadanka 17.

Mars. Planetoidy. Świat Jowiszowy.

Nasza podróż po świecie słonecznym z ziemi na Wenus i Merkurego, a teraz na Marsa, jest bardzo podobną do wycieczek wakacyjnych. Zdaje się, że prościej byłoby udać się najprzód na Neptuna, a ztamtąd dopiéro zpowrotem na każdą planetę i kazdy księżyc; ale przez to pozbawilibyśmy się porównań, jakie robić będziemy pomiędzy planetami górnemi i dólnemi.

Następstwo dni i nocy, ich różna długość w różnych epokach roku i w różnych miéjscach, pory roku, zmiana temperatury, będąca skutkiem różnego nachylenia promieni słonecznych do poziomu oznaczonego miéjsca, i odniesiona do słońca, są to zjawiska mające ścisły związek z obrotem dziennym ziemi,

z jéj rocznym biegiem i pochyłością osi ziemskiéj do ekliptyki. A zatém, jeżeli chcemy poznać im odpowiedne na Merkurym, na planecie Wenus i innych planetach, potrzeba je stosownie zmodyfikować, podług danych wyciągniętych z dostrzeżeń i liczb, które mierzą czas ich obrotu, czas obiegu, położenie ich osi, i odległość od słońca i ziemi.

Jest rzeczą niełatwą dojść do rozwiązania tego pytania, czy na innych planetach i księżycach znajdują się jestestwa organiczne, tém bardziéj, gdy do tych danych dołączymy to wszystko, co dotąd pewnego lub prawdopodobnego o budowie fizycznéj tych planet i księżyców wiémy. Niewątpimy, że czytelniczki znajdą tu zajęcie dla swojéj imaginacyi, unoszącej się nad obszerném polem przypuszczeń, że marzyć będą o cudach światów, tyle do naszéj ziemi podobnych.

Po tych uwagach przejdźmy do opisania *Marsa.*

Planeta ta znajduje się w najprzyjaźniéjszych okolicznościach co do wykrycia tego wszystkiego, co sie dotyczy jéj budowy fizycznéj.

Merkury i Wenus, będąc bardzo zbliżone do słońca, trudne są do dostrzegania z przyczyny mocnego bardzo światła słonecznego: rzecz jednak inaczéj się ma co do Marsa, którego droga obéjmuje drogę ziemską, i mieści na sobie szereg położeń, w których planeta ta znajduje się w pzreciwległościach względem słońca, i zarazem jest do nas najbardziéj zbliżoną.

Mars jest z planet górnych najbliższy ziemi; odległość jego od ziemi najmniéjsza wynosi 7,545,470, największa 55,481,481 mil; średnia zaś jego oddległość od słońca wynosi 31,513,478 mil. Te jednak odległości są bardzo zmienne z przyczyny wielkiego mimośrodu jego drogi i różnych położeń względem słońca i ziemi.

Droga Marsa, podobnie jak innych planet, jest owalną czyli elliptyczną, i tak dalece spłaszczoną, że różnica pomiędzy jéj najmniéjszą i największą odległością od słońca wynosi 5,877,663 mil: płaszczyzna jego drogi pochylona jest do ekliptyki pod kątem 1 stopień i 51 i $^{1}/_{10}$ minut.

Obieg całkowity Marsa w około słońca wynosi blizko 687 dni, czyli ściśléj rok 1 dni 321 godzin 17 minut 30 i $^5/_{12}$: jestto obieg jego *gwiazdowy*.

Co do obiegu *synodycznego*, to jest co do jego powrotu do tego samego położenia względem słońca i ziemi, ten wynosi 780 dni, a zatém jest dłuższy od gwiazdowego o 93 dni.

W biegu Marsa zachodzą dwa główne położenia względem słońca i ziemi: jedno, kiedy trzy te ciała leżą na jednéj linii prostéj, a ziemia pomiędzy słońcem i Marsem; drugie znowu, kiedy Mars leży poza słońcem i ziemią. Piérwsze zowie się *przeciwległością*, drugie *złączeniem*. Mars wydaje się nam w spoczynku przez niejaki czas przed i po przeciwległości, i oddala się od słońca na wschód i zachód o łuk wynoszący 73 stopnie.

Czas obrotu około osi wynosi 24 godzin 37 i $^1/_3$ minut. Massa jego jest półósma razy mniéjsza od massy ziemi; średnica 922 mil, powierzchnia jego jest blizko $^1/_4$ częścią powierzchni ziemi, a objętość jest 7 razy mniejsza od ziemi. Ciężar gatunkowy względem

ziemi równa 0,942, a względem wody 5,21; światło i ciepło 0,43 względem światła i ciepła na ziemi; ciężar jednego fnnta na ziemi odpowiada $^{1}/_{3}$ funta na Marsie, a ciało spada w pierwszéj sekundzie 7 $^{2}/_{5}$ stóp.

Zwróćmy teraz naszą uwagę na jego budowę fizyczną. Mars świéci jak gwiazda piękna, któréj blask błyskoczący jest koloru czerwonego, w różowy wpadającego: kolor ten jest jemu właściwy.

Mars nie świéci własném światłem, ale tak jak inne planety, pożyczaném od słońca, ma odmiany światła, które nawyraźniéj w kwadrach widziéć można. W tenczas to jego tarcza nie jest ściśle okrągła, ale łukiem elliptycznym ograniczona.

Powierzchnię jego pokrywa mnóstwo plam, które posłużyły do oznaczenia czasu jego obrotu, czas ten podaliśmy wyżéj. Plamy te są zielonkowate i kolor ten jest kontrastem z jego kolorem czerwonawym. Równik jego dzieli go na dwie półkule, na których plamy niejednakowo są rozłożone.

Kąt, jaki czyni oś jego obrotu z płaszczyzną jego drogi wynosi prawie $^{3}/_{4}$ kąta prostego;

jest to fakt ważny, z którego wynika podział jego roku na cztéry pory podobne do naszych; różnica jednak jest znaczna, ponieważ pory te są blizko dwa razy dłuższe od naszych; są one nierówne tak, że wiosna i lato trwają dni 372, kiedy jesień i zima trwa 296 dni. Na pólkuli południowéj przeciwnie, wiosna i lato trwają 296 dni, a jesień i zima 372 dni.

Niezależnie od tych plam, o których wyżéj mówiliśmy, dostrzegamy przy jego biegunach wielkie plamy, które prawdopodobnie są lodami. Lody te gromadzą się peryodycznie około każdego bieguna.

Biegun południowy bardziéj jest oświetlony, aniżeli północny, co także stanowi podobieństwo do ziemi. Wiadomo albowiem, że lody pokrywają większą część w około bieguna południowego, aniżeli w około bieguna północnego; biegun zatém południowy ziemi jest bardziéj świetlny, aniżeli północny i takim go wrzeczy saméj powinni widzieć mieszkańcy innych światów.

Atmosfera oblewa tę planetę, a chociaż jéj skład może być różny od składu naszego po-

wietrza, to jednak pewno, że w atmosferze téj paruje woda. Lód i śnieg świadczą, że na Marsie znajduje się woda.

Dodajmy, że Mars nie ma żadnego księżyca.

Nim do opisania olbrzymiego Jowisza przystąpimy, przytoczymy rzecz o *planetoidach*.

Piérwszą planetoidę odkrył Piazzi d. 1 Stycznia 1801 r. i ta zowie się *Ceres*, *Pallas*, *Juno* i *Westa* w kilku latach po sobie następowały, a ostatnia r. 1807. Do roku 1845 znane były te cztéry tylko planetoidy, ale od roku tego aż do bieżącego odkryto ich jeszcze 77, i nie było roku, w którym jedna lub więcéj dostrzeżone nie zostały. Planetoidy krążą pomiędzy Marsem i Jowiszem. Z nich *Aryadna* jest najbliższą słońca, odległość jéj wynosi 45,480,544 mil, a obieg jéj 1198 dni: najdalsza jest *Eufrozyna*, odległość jéj wynosi 65,276,739 mil, a obieg 2048 dni. Przedział pomiędzy Marsem a Jowiszem wynosi przeszło 75 milionów mil; z tych 20 milionów mil zajmuje pierścień, w którym dotąd znane planetoidy krążą.

Olbers przypuszczał, że planetoidy są to rozbitki jednéj większéj planety w odległości od słońca, którą wskazywało prawo tychże odległości, ale się to przypuszczenie nieutrzymało. Trudno jednak zaprzeczyć, ażeby te 77 planetoid nie miały spólnego początku. Nie wiele wiémy o ich budowie fizycznéj, ale czas i pilne dostrzegania wykryją takową

Z porządku następuje *Jowisz.*

Srednica Jowisza wynosi 20018 mil, powierzchnia jest 125 razy większa od powierzchni ziemi, a objętość 1491 razy większa od jéj objętości.

Odległość jego średnia od słońca wynosi 107,605,339 m.; od ziemi najmniéjsza 81,386,948 a największa 133,823,729 mil. Czas obrotu około osi wynosi tylko 9 godzin 55 i $^{5}/_{12}$ minut; czas zaś obiegu 4332 dni 14 godzin 2 i $^{1}/_{10}$ minut, czyli 11 lat 314 dni 20 godzin i 2 i $^{1}/_{10}$ minut, a obieg synodyczny 398 dni 22 godzin. Droga jego robi z ekliptyką kąt równy 1 stopniowi 18 i $^{2}/_{3}$ minut.

Massa Jowisza jest 339 razy większa od massy ziemi, gęstość wynosi blizko $^{1}/_{4}$ gęstości ziemi, a 1 i $^{1}/_{3}$ gęstosci wody. Światło i cie-

pło jest tylko $^1/_3$ światła i ciepła na ziemi. Ciężar jednego funta na ziemi odpowiada 1 i $^1/_{10}$ funta na Jowiszu, a ciało spada na nim w piérwszéj sekundzie 37 stóp.

O rozpołożeniu lądów i wód na Jowiszu mało co, i to przypuszczalnie tylko, wiémy; toż samo i o jego klimatach.

Pasy i smugi ciemne i nieruchome, po długim dopiéro czasie zmiéniające kształt i położenie, pokrywają tarczę Jowisza, która, przez lunetę dostrzegana, jest koloru żółtawego. Szczególne punkta i plamy, znajdujące się na tych pasach, posłużyły do przekonania się o jego obrocie około osi, i do oznaczenia prędkości tego obrotu, która dwa i pół razy jest większa od prędkości obrotu dziennego ziemi.

W założeniu, że Jowisz był początkowo w stanie płynny, to oczywistém jest, że tak znaczny obrót spłaszczył go znacznie, i rzeczywiście spłaszczenie to wynosi $^1/_{13}$, gdy témczasem ziemi jest $^1/_{299}$, to jest 23 razy mniejsze; spłaszczeń Merkurego i planety Wenus nie znamy, a Marsa wynosi $^1/_{16}$.

Zmiana pór roku jest bardzo słaba, to samo

i zmiana długości dnia i nocy: tych dwóch zjawisk przyczyną jest, że droga Jowisza mało jest pochyloną do jego równika. Oś obrotu jest prawie prostopadłą do jego drogi, a ztąd słońce wyniesione jest przez cały dzień gwiazdowy bardzo mało nad poziomem. Pory roku są 12 razy prawie dłuższe, aniżeli na ziemi, a to dla tego, że obieg gwiazdowy Jowisza wynosi blizko 12 lat.

Jest rzeczą pewną, że Jowisz ma atmosferę: na jéj to zasadzie tłumaczą się zmiany niektórych plam, znajdujących się na jego tarczy, a które też uczyniły wątpliwym czas jego obrotu w około osi. Smugi ciemne są to części atmosfery bardziéj przezroczyste, przez które nawet grunt Jowisza widzieć można; części znowu jasne są to warstwy obłoków, unoszących się nad tym gruntem. Obrót znaczny podzielił te obłoki, blizko równika, na drobniéjsze pasy, a co przemawia za panującémi tam wiatrami peryodycznémi.

Jowisz nie krąży samotnie około słońca, ale towarzyszą mu cztéry księżyce, dosyć znaczne, posłuszne sile ciążenia, wywieranéj na nie przez Jowisza.

Światem tym rządzą te same prawa Keplera, które są wynikiem prawa przyrody, czyli Newtona.

Planeta ta, gołém okiem widziana, błyszczy jak gwiazda piérwszéj wielkości, czasami jak sama Wenus. Twierdzą, że wtenczas przedmioty od Jowisza oświécone rzucają poza siebie cień, które to zjawisko jest pewne co do planety Wenus, wątpliwe zaś co do Jowisza.

Księżyce te wchodzą często w cień Jowisza, i zaćmienia takie posłużyły do wyznaczenia prędkości światła.

Odległości tych czterech księżyców od głównéj planety są następujące: 58294, 92824, 148078, 260450 mil, a czasy ich obiegów wynoszą: piérwszego 1 dzień 18 i $^1/_2$ godzin, drugiego 3 dni 13 i $^1/_4$ godzin, trzeciego 7 dni 3 i $^3/_4$ godzin, a czwartego 16 dni 16 i $^1/_2$ godzin.

Opuszczamy Jowisza dla poznania świata Saturnowego i zadziwiających jego pierścieni.

Pogadanka 18

Świat Saturna. Uranus i Neptun.

W odległości od słońca prawie półdziesiąta razy większéj jak ziemia, krąży ruchem powolnym w około słońca Saturn, starożytnym znany, objętości siédm i trzy czwarte razy większéj od ziemi. Okiem gołem widzialny, świéci jak gwiazda piérwszéj wielkości, ale światło to jest spokojne, niedrżące.

Dostrzegając go lunetą średniéj mocy, widziémy jego tarczę koloru pomarańczowego, barwy trochę ołowianéj i z dwoma szczególnémi bocznémi uchami. Luneta wielkiéj mocy odsłania nam pierścień, opasujący Saturna, a jak dalsze poszukiwania okazały, opasują go trzy lub pięć pierścieni. Ośm księżyców, niejednakowo od jego środka odległych, krąży około Saturna, w kierunkach równoległych

do płaszczyzny pierścienia, oddalając się z jednéj i z drugiéj strony do pewnéj stałéj odległości. Jest to świat dla nas zupełnie nowy.

Droga Saturna jest elliptyczną, jéj połowa osi wielkiéj, czyli średnia jego odległość od słońca, wynosi 197,285,634 mil. Saturn oddala się od ziemi o 229,568,117 mil, a najbliżéj znajduje się niéj w odległości 165,303,140 mil. Srednica Saturna ma 16305 mil, powierzchnia jego jest 90 i $^1/_4$ razy większa od powierzchni ziemi, a objętość 772 razy większa od jéj objętości. Obrót jego około osi trwa 10 i $^1/_2$ godzin, a czas całkowitego obiegu około słońca wynosi 10759 dni 5 godzin 16 i $^1/_3$ minut, czyli 29 lat 166 dni 23 godzin 16 i $^1/_3$ minut, jest to obieg gwiazdowy; obieg zaś synodyczny wynosi 378 dni 2 godzin. Droga jego pochylona jest do ekliptyki, pod kątem 2 stopnie 29 $^1/_2$ minut.

Massa Saturna jest 102 razy większa od massy ziemi: gęstość jest blizko $^1/_8$ gęstości ziemi, czyli $^3/_4$ gęstość wody. Swiatło i ciepło na nim jest tylko $^1/_{100}$ światła i ciepła na ziemi. Ciężar jednego funta na ziemi wynosi na

Saturnie 1 i $^1/_{10}$ funta, a ciało spada na nim w piérwszéj sekundzie 16,5 stopy.

Światło Saturna nie jest jego własném, pierścień rzuca cień swój na niego i podobnie on rzuca swój cień na pierścień, co dowodzi, że nie tylko Saturn, ale i jego pierścień, są ciałami ciemnémi.

Saturn znany był starożytnym, ale dopiéro przed 250 laty Galileusz odkrył jego pierścień przez swoją lunetę: zadziwił go widok pierścienia, i to co mu się pierwéj jak dwa ucha wydawało, widział teraz kształtu elliptycznego, widział obręcz, opasującą tę planetę.

Hugens w 50 lat póżniéj przekonał dopiéro, że Saturna otacza rzeczywiście pierścień płaski i wązki, nie dotykający się w żadnym punkcie jego powierzchni, a późniéjsze dostrzeżenia dały poznać drugi i dalsze.

Średnica zewnętrzna pierścienia zewnętrznego wynosi . . . . . . 37,587 mil.

Średnica wewnętrzna pierścienia zewnętrznego wynosi . . . . . . 33,732 mil.

Przestwór pomiędzy pierścieniem zewnętrznym i wewnętrznym . . 387 mil.

Średnica zewnętrzna pierścienia wewnętrznego wynosi . . . . . . 32,958 mil.
Średnica wewnętrzna pierścienia wewnętrznego wynosi . . . . . . 25,492 mil.
Przestrzeń przez te pierścienie zajęta razem z przestworem . . . 6,046 mil.
Z niej przypada:
na szerokość pierś. zewnętrzn. 1,927 mil.
na przestwór pierś. wewnętrzn. 387 mil.
na szerokość pierś. wewnętrzn. 3,733 mil.
Odległość powierzchni wewnętrznej pierścienia wewnętrznego od powierzchni Saturna wynosi . . . . 4,594 mil.
Mimośrod pierścienia wynosi około 200 mil.
Laplace dowiódł, że pierścień Saturna obraca się około osi, podobnie jak sam Saturn, i kończy swój obrót w tym samym prawie czasie, co i on.

Nie jest to jeszcze wszystko: Saturn ma, oprócz pierścieni, ośm księżyców, z których najbliższy oddalony jest od jego środka o 25,600 mil, a najdalszy o 524,686 mil: pierwszy obiega główną planetę w 227 gonach, ostatni zaś w 79 dniach i 22 godzinach.

Saturn jest znacznie spłaszczony z przyczyny prędkiego obrotu, a spłaszczenie to wynosi $^1/_{11}$ część.

Nim zakończymy rzecz o świecie Saturnowym, zwrócić powinniśmy uwagę czytelniczek na plamy, które się na tarczy Saturna znajdują, na te pasy i smugi podobne do Jowiszowych, na plamy białawe przy jego biegunach, świadczące o lodach i śniegach, które się przy tych biegunach znajdują.

W miarę jak zapuszczamy oko nasze uzbrojone w niebo, poznajemy coraz więcej światów, coraz więcéj szczegółów co do ich budowy fizycznéj, coraz inne położenia i biegi, i w tych coraz większych odległościach widziemy zachowane prawa te same, które naszą ziemią rządzą, a których nas mechanika nieba naucza.

Podróż nasza dobiega swojego kresu, dwie tylko jeszcze krainy mamy zwiédzić w świecie planetarnym, starożytnym nieznane; to jest, mamy poznać Uranusa i Neptuna.

Uranus, widziany gołém okiem, błyszczy jak gwiazda szóstéj wielkości, a jednak średnica jego wynosi 7866 mil, powierzchnia jest 19

razy większa od powierzchni ziemi, a objętość 87 razy większa od jéj objętości. Ginie ta wielkość w téj znacznéj odległości od słońca, wynoszącéj średnio 396,736,500 mil; najmniejsza zaś jego odległość od ziemi równa się 357,219,083 mil, a największa 436,253,919 mil.

Uranus nadzwyczaj powoli krąży około słońca, i dla tego téż czas jego obiegu wynosi 30686 dni 19 godzin i 41 i $^3/_5$ minut, czyli 84 lat 20 dni 19 godzin i 41 i $^3/_5$: jestto jego obieg gwiazdowy, obieg zaś synodyczny wynosi 369 dni 16 godzin. Droga jego jest pochylona pod kątem 46 i $^1/_2$ minut.

Massa Uranusa jest 14 razy większa od massy ziemi, gęstość jest $^1/_6$ gęstości ziemi, czyli 1 i $^1/_3$ gęstości wody. Światło i ciepło są tam tylko $^1/_{333}$ częścią światła i ciepła ziemi. Ciężar jednego funta na ziemi waży na Uranusie $^3/_4$ funta, a ciało spada na nim w piérwszéj sekundzie 11 i $^1/_2$ stopy.

Czy Uranus obraca się około osi? Wnioskując przez analogię, obrót ten ma zapewne miejsce, ale czas jego jest nieznany, równie jak i jego spłaszczenie.

W około Uranusa krąży sześć księżyców, z których cztéry tylko otrzymały swoje nazwiska i pierwiastki ich są znane; inne, jako raz tylko widziane, są wątpliwe.

Wilchelm Herszel odkrył tę planetę, dnia 31 Marca 1781 r., wśród gwiazd znajdujących się w konstellacyi Bliźniąt, a przez to rozszérzył znajomość naszą świata słonecznego o 230 milionów mil przeszło.

Kończymy naszą daleką podróż w krainie planet, przebiegając jeszcze 223 milionów mil. Tu gdzie światło słońca tysiąc razy słabiej świéci, tu umiejętność swoje światło rozpromieniła: wstępujemy na pole zasłane wzniosłémi i wielkiémi czynami wszystkich wieków, na pole uswięcone tryumfem ludzkiéj wiedzy.

Swiat ten zowie się *Neptunem*. Zawieszony w ciemnościach, zbadany został przez dwóch asronomów: przez Lewerriego z piórem w ręku i Gallego, oddającego jemu palmę zwycięztwa, który, uzbrojony w dzielny refraktor, pokazał mu go na niebie.

Neptun oddalony od słońca o 620 milionów mil przeszło, świéci jak gwiazda 8 wiel-

kości i pokazuje swoją tarczę pod kącikiem 2”7. Ta pozorna wielkość daje następujące dalsze wypadki: średnica Neptuna równa się 4,8 średnic ziemi, a objętość wynosi 100 razy objętość ziemi. Massa jego zawarta jest w granicah od $^1/_{14400}$ do $^1/_{19400}$ względem massy słońca; waży on 20 i $^1/_2$ razy więcej od naszéj ziemi. Podług tego, gęstość jego wynosi $^2/_9$ gęstości ziemi, a 1 i $^1/_4$ gęstości wody. Kończy on swój obieg w 164 latach 216 dniach 9 godzinach i 46 minutach: na jego drodze towarzyszy mu księżyc odkryty przez Lassella w Liwerpolu, za pomocą 20 stopowego teleskopu, w Sierpniu r. 1847, a Struve i Bond stwierdzili jego byt; trzy lata później sądził Lassell, że odkrył drugi jego księżyc, ale rzecz ta, niczém jeszcze niestwierdzona, zupełnej wątpliwości ulega.

Nie te to liczbowe wypadki czynią ważném odkrycie Neptuna, inny tu drogoskaz odsłania potęgę rozumu ludzkiego.

Czterdzieści lat po odkryciu Uranusa, po obliczeniu tablic jego biegu, dostrzeżono, że położenia jego rachunkowe nie zgadzały się z położeniami dostrzeganémi, co spowodowa-

ło, że astronomowie z tych zboczeń, czyli różnic położeń, usiłowali oznaczyć w przestrzeni ciało, czyli nową planetę, któraby przez swoje wzajemne ciążenie była przyczyną tych zboczeń. Bouward wpadał na tę myśl w roku 1834, a Bessel wyraźnie przepowiada planetę nową, poza Uranusem, w liście pisanym do Humboldta w r. 1840. Odtąd wielkie to zadanie weszło w podwoje wszystkich prawie towarzystw uczonych, a wydział matematyczny towarzystwa w Getyndze ogłosił go w r. 1844 za konkursowe. Lewerrier i Adams zatrudnili się jednocześnie rozwiązaniem tego zadania, i piérwszy, rozwiązawszy go, podał pierwiastki biegu téj nowéj planety instytutowi francuskiemu, w dniu 31 Sierpnia 1846 r., i na mocy tych pierwiastków oznaczył położenie planety w konstellacyi Koziorożca, o jeden stopień na wschód względem gwiazdy *delta* téjże gromady: udzielił on jednocześnie te rachunkowe wypadki Gallemu w Berlinie, który podług nich, uzbrojoném w dobry refraktor okiem, odkrył na niebie Neptuna. Do tego odkrycia przyczyniły się wiele karty gwiazd, przez akademię Berlińską wydawane.

Nowy tryumf dla nauki dosięgnął wskazaną drogą w odległość przeszło 620 milionów mil od słońca. Myśli często się schodzą, i tu był ten przypadek: jako spółzawodnik stanął młody angielski matematyk, Adams, wychowaniec John's Kollegium, który już w roku 1843 rozpoczął pracę około tego przedmiotu i wypadki swoje udzielił Dyrektorowi Airy w Londynie, i p. Challes w Cambridge: szkoda, że ich wtedy nie ogłosił.

Stanęliśmy na ostatnim krańcu planetarnego świata, ale któż powątpiéwać może, czy nie przyjdzie czas, że ze zboczeń Neptuna dochodzić będziemy nowéj jakiéjś planety. Przestrzeń jest bez granic, a przestwory niebios bezdenne.

Pogadanka 19.

Co to są komety. Zdanie o nich Seneki, Tychona Brahe i innych. Po czém poznaje się, że kometa pojawiająca się była już dawniej dostrzeganą. Pierwiastki drogi komety. Trzy obserwacye komety są dostateczne do wyznaczenia jéj drogi. Odznaczyli się na polu teoryi komet: Halley, Clairaut, Damoiseau, Pontecoulant i t. d. Kometa Halleya. Komety krótkoobiegowe czyli wewnętrzne. Liczba komet. Komety o długich peryodach. Spotkanie się komety z ziemią. O warkoczach komet, ich naturze i świetle.

Stanąwszy na dzisiejszym krańcu świata planetarnego, puśćmy się daléj, a przybędziemy w krainy komet. Z pomiędzy miryad ciał, krążących w przestworach niebios, nie ma wspanialszych, bardziéj olbrzymich, a zarazem bardziéj zagadkowych i więcéj strachem przejmujących, jak komety. Owe w dawnych czasach miecze ogniste, straszliwe zwiastuny

głodu, pomoru i wojny, świece przyszłych klęsk, owe miotły gniewu Bożego, grożące naruszeniem porządku świata i powszechném jego zniszczeniem, nie są czém inném, jak ciałami podległémi prawom ruchów wiadomych, sprawdzonych, w których liczbie znajdują się nietylko takie, które się dają przewidywać, ale i takie, których pojaw na tysiące lat naprzód obrachować można.

Seneka mawiał, że przyjdzie czas dokładnego poznania komet, ścisłego o nich rozumowania; i przyszedł, ale nie po dziesiątku lat, nie po upływie wieku, ale w półtora tysiąca lat. Pierwszy Tycho Brahe wyrzekł z przekonaniem, że komety nie są pojawy, meteory atmosferyczne, ale to są planety obrotem i biegiem obdarzone. Dostrzegając wielką kometę z r. 1577 doszedł, że się ta od ziemi dalej znajduje, aniżeli księżyc. Nie było to owemi czasy powszechném zdaniem, ażeby komety miały być planetami; sam Kepler powątpiewał o tém, i uważał je, jako ciało z wyziewów przestrzeni bezdennej powstające, i ku słońcu w linii prostej dążące. Ich wcielenie do ciał naszego świata słonecznego jest

udziałem późnéjszych czasów. Wielka kometa z r. 1680, kometa Halleya, na którąśmy w r. 1835 oko nasze nieuzbrojone kierowali; ta kometa, która była zwiastunem potopu powszechnego, zburzenia Niniwy, wojny Trojańskiéj i przyświécała śmierci Juliusza Cezara, ta sama kometa była początkiem, kolebką umiejętnego, na spostrzeżeniach opartego, poznania teoryi biegu komet. Saski kaznodzieja, Jerzy Dörfel w Plausen, wystąpił pierwszy z tą śmiałą myślą, że kometa ta, jak i wszystkie inne, opisuje około słońca drogę zamkniętą; a w kilka lat później, opromieniony sławą Newton zamienił to zdanie w prawdę matematyczną i podciągnął komety pod prawo grawitacyi, rachując ich drogi elliptyczne o wielkich bardzo mimośrodach.

Teraz dopiéro ustala się ta myśl, że kometa w swym powrocie poznaną być może, i że rachunek oznaczyć potrafi jéj powrót co do roku i dnia. Poczém poznać można kometę powracającą? Czy po jéj kształcie? Nie, ponieważ jéj kształt, moc światła, jéj warkocz, jéj jądro, i otaczający ją obłok wyziewów, zmieniają się co chwila; ale astronom posiada

na szczęście inne listy gończe, pędzące nie już koleją żelazną, ale drutem telegraficznym, lotem szybkiéj błyskawicy, lotem światła, za kometą oddalającą się w przestrzeni poza granicę wzroku naszego. Gruntem ujęcia jéj jest prawo natury; a drogoskazami są to pierwiastki jéj drogi. Temi są: pochyłość drogi komety do ekliptyki; długość węzła wstępującego; jéj odległość od słońca w punkcie przysłonecznym; długość tego punktu; kierunek biegu, który być może od zachodu ku wschodowi, lub od wschodu ku zachodowi, to jest *kierunkowy* lub *wsteczny*; nakoniec czas przejścia komety przez punkt przysłoneczny. Przy dochodzeniu tych pierwiastków udaje się astronom do trzech, a najwięcéj czterech spostrzeżeń; te są dostateczne do wyznaczenia biegu komety. Łatwy ale zmudny rachunek podaje Laplace Gauss, Olbers i Mossoti; rachunek ten daje najprzód drogę paraboliczną, a potém dopiéro elliptyczną o wielkim mimośrodzie. Na téj zasadzie, że takie dwie drogi o spolném ognisku i téj samej odległości w punkcie przysłonecznym, w dalekiéj dopiéro odległości zaczynają się rozchodzić. Jeżeli się zatém nowa kometa

pojawi, natenczas astronom porównywa pierwiastki jéj drogi z oznaczonémi już znanych i dawniéj dostrzeganych komet; a ztąd z wszelkiém prawdopodobieństwem, a nawet na pewno twierdzić może, że pojawiająca się kometa była przed pewnym czasem widzianą: ztąd też rachuje jéj drogę i bieg, a następnie czas obiegu, a tém samém czas jéj powrotu.

Pierwszy, który w tym celu przystosował prawo Newtona do teoryi komet, był Halley na początku zeszłego wieku. Obrachował on 24 dróg dwudziestu cztérych komet, a pomiędzy témi trzy były takie, że je uważać trzeba było za drogę jednéj i tej saméj komety, trzy razy do nas powracającej. Ogłosił on na téj zasadzie jéj powrót, i oznaczył go na koniec roku 1758 lub początek 1759, obliczył zaś czas obiegu 75 do 76 lat. Wprawdzie ten rachunek był tylko przybliżony, ponieważ Hallejowi nie były znane jej przeszkody czyli perturbacye. Rozwiązanie zadania co do przeszkód wziął na siebie sławny Clairaut, w których to rachunkach wspomagali go Lalande i pani Lepaute. Rachowali oni blizko przez pół roku, i przekonali się, że przeszkody opó-

żniają powrót téj komety, i że zjawi się ona dopiéro w dniu 13 Kwietnia 1759 r. Najwięcéj zatrudniały ich perturbacye Jowisza i Saturna. Cały świat uczony miał swoją uwagę na rok 1758 zwróconą, i wrzeczy saméj miłośnik astronomii, saski rolnik, Palitsch w Prolis pod Dreznem, odkrył ją pierwszy swoją lunetą, w dniu 15 Grudnia 1758 r; Kometa ta przebiegała te same konstellacye, które rachunek wskazywał, przechodziła przez punkt przysłoneczny dnia 12 Marca 1759 r., bieg jéj zatém zatém zamykał się w granicach przez rachunek oznaczonych. Następny jéj pojaw był w roku 1835 na 1836, tak ściśle przez rachunek wskazany, że powrót jéj, odległéj w punkcie przysłonecznym na 700 milionów mil, o 3 dni się tylko różnił od wyrachowanego, o ilość prawie niknącą względem czasu 75 lat. Rachunek tak dokładnie wykonali Damoiseau, Pontecoulant, Rosenberg i Lehmann; powrót jéj naznaczyl Rosenberg na dzień 11 Listopada, Lehmann na dzień 26, Pontecoulant na 13, a kometa przeszła rzeczywiście przez punkt przysłoneczny dnia 16 t.m. w roku 1835. Między rachunkiem a rzeczywistém przejściem

okazała się różnica 3 dni, nic nieznacząca, jeżeli zważymy na całą trudność zadania w obrachowaniu perturbacyj ciała o tak długim peryodzie.

Dziewiętnastemu dopiéro wiekowi dostały się w udziale odkrycia komet krótko obiegowych. Pons w Marsylii odkrył w roku 1818 kometę, któréj obieg, obliczony przez Enkego, wynosi tylko 1204 dni, i był to rzadki tryumf w nauce, kiedy kometa ta, stósownie do rachunkowego wypadku, zajaśniała w roku 1822 w oznaczonym czasie i miéjscu.

Po téj komecie następuje kometa Bieli, kapitana w Józefstadt w Czechach: jéj obieg wynosi 6 i $^3/_4$ lat, a postrzeżenia jéj powrotu zgodziły się zupełnie z rachunkiem. Bardzo dokładne wyznaczenie jéj drogi podali, oprócz innych: Nikolai, Walz i Jan Baranowski, dyrektor dostrzegalni Warszawskiéj.

Kometa ta w r. 1844 rozdzieliła się na dwie oddzielne, co też i w r. 1852 miało miéjsce.

Faye w Paryżu odkrył kometę w r. 1843, obiegu 7 i $^1/_2$ lat, co też dostrzeżenie pana Challes, astronoma w Cambridge, stwierdziło, który ją na nowo w r. 1850 dostrzegł.

Vico w Rzymie odkrył w r. 1844 kometę o obiegu 5 i $^1/_2$ lat, ale ta nie powróciła, ani w r. 1850, ani w r. 1855.

Piątą z porządku krótko obiegową kometą jest ta, którą Brorsen w Kiel w r. 1846 odkrył; kończy ona swój obieg w 5 i $^1/_2$ latach, i rzeczywiście r. 1857 dostrzeżoną została.

W r. 1851 d'Arrest odkrył kometę o obiegu 6 i $^1/_2$ lat, która powtórnie na przylądku Dobréj Nadziei dostrzeżoną była.

Dwie nakoniec komety pojawiły się w roku 1858, jedna odkryta przez Tuttla i Brunse, druga przez Winnecke w Bonn: pierwszéj obieg wynosi 13,6 lat, drugiéj 5 i $^1/_2$ lat.

Te komety zowią się *wewnętrznémi*, dla tego, że ich drogi zamknięte są w granicach świata planetarnego.

Historya podaje przeszło 400 komet, które gołém były widziane okiem: wiek jeden daje 16, a najobfitszy szestnasty wiek przyniosł z sobą 23. Dawniéj, gdy lunet nie znano, trzeba było czekać 30 i 40 lat; dziś zaś uzbrojoném okiem odkrywamy czasem na rok trzy lub cztéry, a rok 1846 był tak bogaty, żeśmy ośm drobnych komet narachowali.

Niedawno dopiéro zaczęto rachować pierwiastki komet, zgromadzono mnóstwo dostrzerzeń od 197 r. do 1853, z których 46 komet tylko można było drogi elliptyczne wyznaczyć, a blizko dwóch set znane są pierwiastki paraboliczne. Niektóre z nich liczą pomiędzy jednym a drugim powrotém nie lata, ale wiek, i tylko 5 posiada obieg od 69 do 75 łat. Obieg wielkiéj komety z r. 1769 wynosi podług rachunku Bessla 2090 lat; podziwiana kometa z r. 1858, Donatego zwana, podług rachunku Brunsa obiega w 2102 lat; kometa z r. 1811 kończy swój bieg w 3065 lat; kometa z r· 1825 wędruje lat 4386. Sławna kometa z r. 1680, któréj Halley wszystkie nieszczęsne karty historyi rodu ludzkiego przypisuje, chodzi sobie poważnie, albowiem jéj obieg podług rachunku Enkiego wynosi 8814 lat; kometa ta zbliżyć się może na 128,000 mil do środka słońca i ztamtąd oddala się do 17,700 milionów mil.

W dniu 1 Marca r. 1556 Fabrycyusz, znakomity astronom Wiedeński, dostrzegł kometę w konstellacyi Panny, wielkości Jowisza: była to ta sama kometa, która Karola V do

złożenia korony skłoniła. Halley wyrachował z obserwacyj tego astronoma jéj pierwiastki, a angielski astronom Dunthorne porównał je z chińskiemi pierwotnych wieków dostrzeżeniami: zgodność pierwiastków ostatniego, obliczonych z obserwacyj roku 1264 w Chinach robionch, świadczy o stopniu, na jakim astronomia stała u Chińczyków. Z rachunku Halleya wypada czas całkowitego obiegu lat 292, Późniejsze rachunki Hinda i holenderskiego astronoma Bromma w Midelbergu, po wprowadzeniu przeszkód, oznaczyły pojawienie się tej komety na r. 1858; ale te do dwóch lat są tylko dokładne, i dla tego oczekiwaliśmy na nią w 1860 roku, ale nadaremnie.

Do świetnych komet, w teraźniejszém stuleciu odkrytych, należy ta, która się w nocy dnia 30 Czerwca, w dniu ŚS. Piotra i Pawła r. 1861, w konstellacyi Teleskopu Herszla, w stronie północnéj nieba, w niewielkiéj wysokości nad poziomem, nagle i niespodzianie pojawiła i w całéj Europie jednocześnie dnia tego była widzianą. Liais, astronom amerykański, dostrzegł tę kometę w Rio-Janeiro już w dniu 11 Czerwca, przed wschodem słońca

i obserwował ją od 11 do 15 t. m. Od 15 do 30 Czerwca, z powodu znacznego zbliżenia się do słońca i dziennego światła, nie była ona widzialną, dopiero odsunąwszy sie od słońca na północ, pojawiła się nad poziomem dnia 30 Czerwca i przez wszystkich prawie dostrzeżoną została. Z początku bieg téj komety był nadzwyczaj szybki, tak dalece że oddalała się w jednym dniu o 20 stopni na zachód; potém od dnia 7 Lipca bieg ten znacznie zwalniał, a następnie tak był leniwy, że przez cały miesiąc kometa ta bardzo mało zmieniła swoje położenie, odsuwając się w kierunku prawie prostym od ziemi. Droga jéj pozorna rozciągała się od Teleskopu Herszla, przechodziła przez Ostrowidza, głowę wielkiego Niedźwiedzia, gromadę Smoka aż do Wolarza, gdzie kometa ta w połowie Sierpnia z oczów znikła; wszelako w wielkich lunetach, *refraktorami* zwanych, blizko przez cały rok widzianą była. Z początku wielkość jéj i blask były znaczne, dnia 1 Lipca głowa jéj była tak świetna, że blaskiem swoim zbliżała się do błyszczącéj planety Wenus, wielkością zaś do komety z r. 1811. Warkocz jéj był długi

i świetny; nie tak jednak okazały, jak komety Donatego w roku 1858. Długość warkocza dnia 1 Lipca wynosiła 118 stopni, średnica jądra, podług oznaczenia astronoma Secchi, 10" w łuku, co wynosi 100 mil geograficznych; z jądra wychodził ku słońcu mały stożek świetny, w kształcie wachlarza, z którego materya świetna rozwijała się i tworzyła piękny warkocz.

Niektórzy astronomowie dostrzegali w tej komecie ślady polaryzacyi światła. Ojciec Secchi dnia 1 Lipca uważał, że warkocz tej komety okazywał wyraźną i silną polaryzacyę, gdy témczasem jądro wcale takowej nie okazywało; z czego wnosił, że jądro komety w piérwszych dniach Lipca przesyłało własne swoje światło, zapewne z przyczyny silnego rozpalenia się, pochodzącego ze znacznego przybliżenia się do słońca; światło zaś warkocza było spolaryzowane w kierunku jego osi. Z dostrzeżeń dotychczasowych obrachować można było tylko drogę przybliżoną; z porównania tej drogi z innémi, pokazało się, że to jest kometa nowa i nieznana, nie zaś kometa Karola V, jak niektórzy sądzili. Ponieważ

nieoznaczono dotąd jéj drogi elliptycznéj, a zatém nieznany jest też jéj czas powrotu i niewiadome są wymiary jéj drogi.

Dnia 28 Czerwca o godzinie 8 minucie 55 rano, podług czasu Warszawskiego, kometa ta znajdowała się w węźle, to jest na ekliptyce, i natenczas jéj jądro było tylko o dwa przeszło miliony mil od ziemi oddalone, to jest była ona dziesięć razy bliżéj ziemi. aniżeli słońca.

Dnia 29 Czerwca o godzinie 8 rano, atmosfera tworząca warkocz, odległą była od ziemi pół miliona mil geograficznych; a tém samém warkocz téj komety niedosięgał naszéj atmosfery, jak to niektórzy sądzili.

Jest rzeczą prawdopodobną, i nauka tego zaprzeczyć nie może, że kometa uderzyć może o ziemię, ale to jest słabe bardzo prawdopodobieństwo, jest ono jak 1 do 281 milionów, a tém samém zbliża się do pewności, że kometa nie może uderzyć o ziemię. Żadna ze znanych dotąd dróg komet nie ma takiego położenia, ażeby to spotkanie się mogło miéć miéjsce z jądrem komety. Kometa Bieli zbliża się do ziemi na 3,500 mil; wielka kometa

z roku 1680 na 96,000 mil, a z roku 1684 na 175,000 mil i t. d.

Dajmy nakoniec, że znajduje się kometa, która z ziemią spotkać się może, to i tak, zważając na małość jéj massy w porównaniu z massą ziemi, spotkanie to nie zrobiłoby żadnéj odmiany, ani w obrocie, ani téż w biegu rocznym ziemi.

Porzućmy tę materyę, i zatrudnijmy się rzeczą bardziéj ciekawą t. j, opisem ogonów czyli warkoczów komet.

Największa liczba komet rzuca poza siebie i ciągnie za sobą światło bardzo rzadkie, słabe, kształtu ogona, miotły lub starozakonnéj czapki; są jednak komety, które takich towarzyszów nie mają: i tak komety z r. 1585 i 1685, kometa Halleja przy piątém swojém pojawieniu się r. 1682, i kometa z r. 1763, nie okazywały żadnego śladu warkoczy. I kometa także Enkego pojawia się tylko w kształcie okrągłéj tarczy lub znikającego obłoczka. Zkąd téż się tłumaczy, że przy odkryciu nowych planet można było brać dostrzeżoną gwiazdkę np. Uranusa, Cererę, za komety; późniéjsze dopiéro dostrzeżenia i oparte na nich rachun-

ki usunęły tę wątpliwość, i uznano je za planety. Inne znowu komety przerażający rozpuszczają warkocz, albo kilka nawet w postaci wachlarza. Kometa z r. 1843 rozciągała swój ogon na 60°; z r. 1769 na 97°, a z r. 1618 na 104° długi; kometa z r. 1744 miała sześć, paskami przegrodzonych, warkoczy, szerokości 4° a długości od 30 do 44°, był to ozdobny wachlarz; podobnie kometa z r. 1825 miała pięć warkoczy, których się promienie krzyżowały. Kometa o dwóch warkoczach z r. 1823 ważna z tego, że dwa jéj warkocze robiły kąt rozwarty 160°. Często także warkocze powstają dopiéro wtenczas, kiedy kometa zbliża się do słońca, i tak kometa Donatego w r. 1858 była z samego początku bez warkocza, dnia 2 Czerwca, zaledwie jak gwiazda dziesiątéj lub jedenastéj wielkości błyszcząca, okalała ją mgła 1 do 2 minut średnicy mająca; a gdy 28 Sierpnia jaśniała, jak gwiazda 5 lub 6 wielkości, wtenczas zaledwie ślady warkocza dostrzedz było można: odtąd ten warkocz coraz bardziéj rósł, sama jaśniała coraz silniéj, doszła do czwartéj wielkosci i w końcu Września współubiegała się z najswietniéjszémi

gwiazdami; warkocz jéj rozciągał się 18°, co okazuje że rozciągał się na 5 i $^1/_3$ miliona mil; wprawdzie jest to drobnostka w porównaniu z warkoczem komety z r. 1843, który széroki na 718,000 mil, opłomieniał słońce na 32 i $^1/_2$ miliona mil. Wróćmy się nakoniec do komety Halleja i wspomnijmy, że w r. 1835 długi jéj warkocz malał i zamienił się przy swojém niknięciu na dniu 3 Maja 1836 roku, na kulistą mgławkę.

Wiadomo, że od słońca odwrócony jest ogon; wiedzieli to już dawniéj, a Piotr Apianus piérwszy tę prawdę w roku 1531 podał. Lecz nie trzeba tego brać dosłownie, gdyż linia łącząca środek komety z środkiem słońca nie schodzi się zupełnie z ogonem; ale ten ostatni mniej lub więcéj zbaczając, robi bardzo często z linią tą kąt prosty; szczególny widok przedstawia często to zboczenie i tak kometa z r. 1774 miała w ćwierć okręgu koła warkocz swój zwinięty. Dla wytłumaczenia tego, przypuszcza Vals, że eter na około słońca tworzy atmosferę, któréj niższe warstwy, tak jak naszej atmosfery, tém są gęstsze i zbitsze, im więcej warstw je naciska; a ztąd wniosku-

je zmniéjszanie się rozległości warkocza i jego zakrzywienia w blizkości słońca. Chociaż pomysłowe jest to tłumaczenie, jednak w tém prawdziwéj przyczyny nie upatrujemy, ponieważ zatém szłaby nieprzenikliwość warkocza, która opiérałaby się eterowi, i ten nie ściskałby się, jak bańka powietrzna lub z mydła, ale wypełniałby wszystkie cząsteczki komety.

Swiatło nauki rozpędza ciemność co do wiadomości o naturze warkoczy komet: tu to astronom znajduje się w podobném położeniu, jak Mairan, akademik francuzki, przed jedną damą, któréj na każde zapytanie astronomiczne odpowiadał „nie wiém"; zniecierpliwiona dama pyta go wreszcie, dla czego obrano go na akademika, kiedy nic nie wié? a on jéj na to, dla tego, ażebym z czasem pani na jéj zapytania mógł odpowiedzieć. Nic nie wiémy, jest to i teraz zwykła odpowiédź; powtórzył ją Arago, mówiąc o naturze warkoczy komet; tam to czytamy, że warkocze są kształtu wydrążonych ostrokręgów lub walców, a co tłumaczy nam ten fakt, że największa liczba warkoczy, mianowicie przy głowach komet, jaśniéj świécą na krańcach, aniżeli w środku.

Możemy jednak twierdzić, że warkocze te składają się z bardzo drobnych cząsteczek, z atomów, z molekul, materyi mglistéj, która się jak massa mgłego światła przedstawia, i ten to jest powód, dla czego gwiazdy, przez warkocze komet widziane, nie tracą swego blasku, ale ciągle jednakowo świécą. Tłumaczy to także, dla czego się początkujący, patrząc przez lunetę na kometę, zachmurza, gdy warkocz jéj ginie z powodu, że coraz mniejsza liczba molekul światla w oko jego wpada.

Uderzający pojaw przedstawiała nam kometa z r. 1744, dostrzegana uzbrojoném okiem; kometa Halleja i Donata. Właściwe światło wychodziło z powłoki mglistéj, z głowy ku przeciwnéj stronie warkocza, w kierunku słońca, posiadając podobne prądy i drgania, jakie przy zorzy północnéj spostrzegamy. Czy tu myśléć można o jakich siłach biegunowych, które wywołane prze ciążenie słońca, równoważą się z warkoczem komety, lub, czyli mamy połączyć tu ten osobliwy fakt, że komety w krótkim bardzo czasie, często w kilku godzinach, warkocze swoje do takich wymiarów

powiększają, że w przestrzeni odpowiadają milionom mil; to wszystko trudno rostrzygnąć.

Astronom mało co wié o naturze komet. Massa ich jest tak mała, że kometa Lexela, przy odległości od ziemi na 300,000 mil, nie okazuje w swoim biegu żadnéj przeszkody. Massa ta jednak, któréj działania nie dostrzegamy, musi być massą mniéjszą od wszelkiéj znanéj. Z doskonaleniem naszych narzędzi, z rosnącém ich użyciem, rośnie i możność odważenia ciał niebieskich, tak, że jesteśmy w stanie podać massę komety Lexella wyrażoną przez massę ziemi, chociażby ta i jéj $^1/_{5000}$ tylko cząstką była. Jeżeli my teraz uważać będziemy, jak ogromne są komety, których objętość większa jest od wszystkich razem planet, od samego nawet słońca, to przyznać musiémy, że składają się z materyi tak rzadkiéj, iż uważać ją należy nie za nieprzenikliwą, jak inne ciała ważkie, ale za zupełnie prawie przenikliwą. Komety są nadto przeźroczyste, czego dowodzi to, że przez ich warkocze, przez ich nawet jądra, widziéć można gwiazdy bez żadnéj utraty blasku. Nie są komety ciałami stałemi, ani ciekłemi, ani rozprężliwemi, ale

to są massy pyłu, które unoszą się nad oceaném eteru i kształt swój nawet temu eterowi zawdzięczają.

Trudno sobie wyobrazić te rzadkie, mdłe istoty, których wnętrze jest widnią grzmotliwych zjawisk, znajdujących się w wszechświecie. Gdy kometa Bieli w r. 1845 rozdzieliła się na dwie części, wtedy powstało zamieszanie w nauce. Już starożytni Grecy donosili o takich rozdwojeniach, ale niewierna nauka naigrawała się z tego. Kometa dopiéro Bieli takie rozdwojenie zamienila w rzeczywistość. Już Hind w r. 1845 ogłosił, że na komecie, dawniéj nierozdzielnéj, okazał się wyskok. Od tego czasu okazały się dwie zupełnie osobne komety, każda z jądrem i warkoczem. Nowa kometa, w północnéj stronie dawną wyprzedzała, rosła ciągle tak, że przez długi czas wydawała się od dawnéj większą. I odległość ich obu rosła, i doszła najprzód do 41,822 mil, a w r. 1852 okazały się oba jądra odległe od siebie na 352, 342 mil.

Pomimo tych okoliczności komety swiécą, podobnie jak inne planety, pożyczaném światłem od słońca. Polaryzacya światła przekony-

wa otém, jak to Arago spostrzegł na komecie z r. 1817, i Halleja z r. 1835.

Jak światło komety rośnie, o tém przekonywa kometa Donatego, która przez pięć dni dawała światło gwiazdy piątéj wielkości i doszła do czwartéj, w 13 dni potém do drugiéj wielkości, a wkrótce do pierwszéj.

Przytoczymy tu nakoniec zjawisko, które zachodzi w świecie słonecznym, a które zowie się *zorzą zwierzyńcową*.

Około miesiąca Marca i Września dostrzegamy często nad poziomem, przed wschodem lub po zachodzie słońca, jasność kształtu stożkowatego. W szerokości geograficznéj od 20 do 39 stopni wznosi się nad poziom w kierunku ekliptyki, lub blizko niéj, stożek kończący się w zenicie prawie w jednym punkcie. Jest to światło zodyakalne, czyli zwierzyńcowe, które się w pochmurnéj naszej atmosferze zaledwie dwa razy do roku, na początku wiosny lub jesieni, w krótce przed świtem lub zmierzchem, u nas pokazuje; w gorących zaś, czyli równikowych lub blizkorównikowych krajach, przedstawia się w nadzwyczaj pięknéj i świetnéj postaci. Na czternaście tysięcy

stóp wysokim szczycie Kordylierów, na pastwisku Llanos przy Venezueli, na łąkach Meksyku, na brzegach morza pod ciągle pogodnèm niebem Kumany, na brzegach zachodnich Peru i Meksyku, zorza zodyakalna w najokazalszéj postaci maluje się na niebie, jak to wiekopomny Aleksander Humboldt w swoich podróżach opisuje.

Zorza zodyakalna, przewyższając swoim blaskiem, blask drogi mlécznéj, daje, obok migotania się gwiazd i obłoczków, obraz wzniosły, którego żadna sztuka nie jest w stanie naśladować. Szczególniéj w czasie porównania dnia z nocą, kiedy tarcza słońca zanurzy się w morze, i krótki zmiérzch zupełna ciemność nie zastąpi, rozpościéra się na tle nieba gwiaździstego blask do nieopisania, od poziomu do połowy wysokości sklepienia nieba. Bardzo nizko pojawiają się, jakby na złotym kobiercu, obłoki na ciemnym błękicie; w górze zaś obłoki piérzaste gromadzą się w kupki, jak gdyby nowe jakie słońce miało wschodzić, jak gdyby się noc pogodna coraz bardziej rowidniała.

Pierwszy Dominik Kassini zwrócił na to zjawisko uwagę, ale tłumaczenie jego i innych późniéjszych było nie tylko niedostateczne, ale nawet błędne, sprzeciwiające się prawidłom mechaniki. Tłumaczenie teraźniéjsze gruntuje się na przezroczystości zorzy zodyakalnéj, przez którą gwiazdy widzieć można nieosłabione; przezroczystość ta podobna jest do téj, jaką posiada materya komet. Najbardziéj upowszechnioném jest zdanie, że zorza zodyakalna jest to gazowa, rozpręźliwa materya, kształtu spłaszczonego, rozlana pomiędzy drogą planety Wenus i Marsa. Poza tą granicą, za którą ciążenie słońca równoważy się z siłą odśrodkową, atmosfera słońca rozszérza się. Takie uważanie rzeczy należy do rzędu planetarnéj formacyi.

Pogadanka 20.

Liczba aerolitów spadłych, wzmiankowanych przez dawnych i nowoczesnych. Jakie zjawiska towarzyszą spadaniu kamieni z nieba. Liczba teraźniejsza kamieni spadłych. Ich cechy fizyczne i chemiczne. Początek i tworzenie się. Kule ogniste i ich liczba. Wysokość w której się takie kule pokazują; ich średnice, prędkość, z którą bieżą. Ich początek i zjawiska przy okazywaniu się. Ich liczba i peryodyczność spadania.

Powróćmy na naszą ziemię, a zadziwi nas to zapewne, że nie wejdziemy do dostrzegalni astronomicznej, ale do gabinetu mineralogicznego. Co to za myśl, że odwracamy się od gwiazd, a udajemy się do minerałów; cóż to za związek pomiędzy gwiazdą, światem całym, a minerałem, cząsteczką ziemi, która jest znowu cząsteczką świata słonecznego. Nie, nie będziemy oglądać minerałów ziemskich, ale

okazy kamieni które z nieba spadły, a które się *aerolitami* zowią. Jesteśmy już zatém w tym gabinecie, w którym leży przed nami sto kilkanaście kamieni, koloru szarego, czarnego, ciężkich i pod młotem wyrabiać się dających. Młota jednak nie użyjemy, bo to są drogie kamienie, droższe częstokroć od diamentów. Są to gwiazdy, których astronom nie potrzebuje dostrzegać, ale przy pomocy młoteczka, dmuchawki i lampki rozbiérać.

Że kamienie z nieba spadają, to przed 60 laty było jeszcze zagadką i należało do urojeń, chociaż historya wspominała już o kamieniach z nieba spadłych. Mongołowie opowiadają o 40 stóp wysokiéj massie żelaza, która wsród ognistych zjawiskach, przy źródłach żółtéj rzeki w zachodnich Chinach, z nieba spadła. Arabowie zachowują dwa czarne z nieba spadłe kamienie w Kaaba w Mekce. Plutarch wspomina o ogromnym kamieniu spadłym z nieba, który roku urodzenia się Sokratesa spadł w Aegospotamos, i ważył tyle, co cały wóz z ciężarem. Kronikarze średnich wieków o licznych spadłych kamieniach donoszą. W dziesiątym wieku wpadł kamień

w rzekę Narni we Włoszech, i łokieć jeszcze stérczał nad wodą. W r. 1511 kamień w Krema, niedaleko Addy, w górnych Włoszech spadły, zabił zakonnika. Setki takich kamieni spadało corocznie w ostatniéj połowie wieku zeszłego; kamienie te ludzi zabijały, domy całe przez pożar w perzynę obracały; a jednak uczeni zaprzeczali, ażeby kamienie mogły z nieba spadać. Jeszcze w r. 1769 akademia paryzka nie wierzyła, że w blizkości miasta w Luki kamień spadł, chociaż kilka osób patrzyło na to, jak spadał i dosięgał ziemi. W r. 1790 spisała municypalność Iuillak, w departamencie Landów, protokuł, w którym zamieszczono, że dnia 14 Lipca znaczna ilość kamieni na pola, dachy i drogi téj wsi spadła; gazety jednak ówczesne podawały o tém wiadomość w sposób śmiészny, litując się nad uczonémi łatwowiernémi. Dnia 26 Kwietnia 1803 miało miéjsce sławne spadnięcie kamienia pod Aigle w departamencie Orne. O godzinie pierwszéj po południu dostrzeżono wielką kulę ognistą w okolicy Caen, Alençon, Faleuse Verneuil, i to podczas zupełnie pogodnego nieba. W kilka chwil potém usłyszano pod

Aigle eksplozyą 5 lub 6 minut trwającą; poczém nastąpiło echo, kilka wystrzałów armatnich, a nakoniec odgłos ręcznéj broni. Przy każdéj eksplozyi unosiły się dymy i spadały, na przestrzeni 1 i $^1/_4$ mili długiéj a $^1/_4$ mili szerokiéj, liczne małe kamieni, z których największy ważył 17 i $^1/_2$ funtów. Akademik, niedawno zmarły Biot, czytał o tém rozprawę, i od tego téż czasu powątpiewanie ustało.

Nie ma roku, ażeby nie było słychać o kamieniach spadających; dostrzeżono, że bardzo rzadko spadają aerolity w czasie pogodnego nieba, ale zwiastuje je czarny, ciężki meteor, z którego, przy głośném pękaniu, spadają wielkie kamienie, jak to miało miejsce w Wenden, niedaleko Milhauzen, dnia 16 Września 1843. Częściéj obłok czarny wyrzuca z siebie kamienie; miało to miéjsce w Barbotan, Iuillac i Aigle. Najczęściéj zjawiska te są w związku z ognistémi kulami, tak się to zdarzyło w Braunau w Czechach dnia 14 Lipca 1848, gdzie przy daleko rozciągającém się świetle kuli ognistéj, spadały sztuki kamienne 4 centnary ważące, te zagłębiały się na trzy stopy

w ziemię i były tak rozpalone, że ich nie można się było i po 6 godzinach dotykać.

Arago podaje spadnięć kamieni, dobrze obserwowanych 203; ale było ich daleko więcéj; uważać bowiem musiémy że zjawiska te meteoryczne dostrzegane były od kilku dopiéro wieków; dzisiaj oświécone tylko ludy czynnie się niémi zajmują. Dwie trzecie ich części ukrywa morze, a wielka ich nadto liczba rozrzucona jest na powierzchni ziemi i tkwi w jéj górnych warstwach. Pomiędzy aerolitami wiele jest znacznéj wielkości i wagi: spadły w roku 1831 przy Bouilli ważył 40 funtów; spadły w r. 1812 w Chatonay 68 funtów; kamień meteoryczny spadły w r. 1812 w Juvenas ważył 184 funtów; spadly blizko Ensheim w Alzacyi 276 funtów; w Santa-Rosa w Grenadzie spadły w r. 1810, objętości 3 stóp sześciennych, ważył blizko 1500 funtów. W roku bieżącym spadł w okolicach Edinburga aerolit, 24 funty ważacy, który rozpalony wypalił naokoło siebie kilka cali trawy.

Céchy, które w nowszych czasach tak fizyczne jak i chemiczne poznano, dozwalają wnioskować z wszelkiém prawdopodobieństwem

o początku i o dalszém tworzeniu się kamieni spadających i tak: dwa wielkie kamienie, które znaleziono w Santiago del Estera w państwie Laplata, długości od 7 do 7 i $^1/_2$ stóp mają początek i utwór meteoryczny; inne podobne massy znaleziono w Red-River, w połnocnéj Ameryce. Massa 3200 funtów ważąca, mająca bardzo wiele niklu, znaleziona w okolicy Beetburg w Eifel, jest także zapewne meteoryczną. Kapitan Ross na pobrzeżu północném zatoki Bofińskiéj znalazł dwie wielkie massy kamienia, z którego Eskimowie wyrabiają broń, toporki i noże. W ostatnich czasach uznano, że jest rzeczą możliwą, iż całe góry, które się na ziemi znajdują, są meteorytami. I tak niedawno doszła wiadomość z Ameryki północnéj, że murzyni w okolicy górnéj Liberyi kopalnie założyli bogate w rodzime żelazo. Kawały téj rudy przysłano do Boston, a analiza dowiodła, że to są wielkie meteorowe kamienie, których tamtejsi mieszkańcy od kamieni ziemskich rozróżnić nie umieli.

W ogólności aerolity, gdziekolwiek spadły, mają jednakową fizyonomię, zawsze mają cienką, czarną, połyskującą się powłokę, odłam ich

jest tafelkowaty, a brzegi są zaokrąglone. Jednak przy staranniéjszém badaniu znaczne w nich różnice zachodzą: są kamienie, które 96 na sto mają żelaza, drugie zaś tylko 2 na sto; inne które żadnego metalicznego pozoru nie mają i rzeczywiście, będąc niemetaliczne, są tylko mięszaniną oliwinu, augitu, anortytu, a nadto miki i labradoru. Prawdziwe żelazo meteoryczne, a jakiém jest spadłe w Braunau w 1847 i w Agram r. 1751, nie jest czystém, ale jest połączeniem żelaza z niklem. Ten to nikel upoważnia do uważania tych kamieni za massy meteoryczne; zawsze tu wchodzi żelazo, nikel i mała ilość fosforu. Znajdują się także aerolity w ziarnach i blaszkach, a w nie wciskają się oliwin, augit i materya podobna do feldspatu. Kamienie meteoryczne, nie mające żelaza, są podobne do dolorytów i diorytów i mają w sobie szczątki bazaltu i lawy.

Niezatarte ślady działania ognia, zjawiska ogniste tak często fenomenom tym towarzyszące, już w siedmnastym wieku naprowadziły na tę myśl, że kamienie spadające są to wyrzutki z wulkanów naszego księżyca, z którego spadają z prędkością początkową przy-

najmniéj 8000 stóp wynoszącą; ztąd wielka liczba astronomów utrzymuje, pomiędzy innémi i Arago, że kamienie meteoryczne są płodem księżycowych wulkanów. Największa znowu liczba, idąc za Chladnim, z okazyi kamienia 1720 funtów ważącego, i przez Pallasa w Syberyi znalezionego, uważa, że w przestrzeni planetarnéj znajdują się pierścienie różnéj grubości, z licznych ciał takich, wielkich i małych, złożone, które szybko krążą w około słońca. Ile razy więc ziemia wchodzi w okolicę, w któréj pierścień taki ekliptykę przecina, tyle razy błąkające się te massy ziemia przyciąga, te spadają na nią, rozgrzawszy się pierwéj przy swym wchodzie w atmosferę do białego ognia. Świadczy o tém peryodyczność tych zjawisk, i są one najliczniéjsze w miesiącach: Marcu, Maju, Lipcu, i Listopadzie.

Lepszą jeszcze podstawę co do takiego zapatrywania się daje fenomen, ścisły związek z aerolitami mający. Tym pojawem są kule ogniste, które na sklepieniu nieba przebiegają, i pokrywają w jednem mgnieniu oka, niebo jasnością jednę tylko chwilę trwającą: pojawiając się i niknąc, trudne są do dostrzega-

nia. Kule ogniste są równe, kształtu okrągłéj tarczy, znacznego promienia, dochodzącego często do wielkości tarczy księżycowéj; a ich światło jest tak silne, jak światło księżyca w pełni. Często są okolone mgłą, lub ciągną za sobą warkocz, który kilka minut widziéć można. Niektóre pękają nagle, rozrywają się na kawałki, bieżą i najczęściéj gasną, nim na ziemię spadną.

Arago wylicza ich 813, z których tylko 35 było aerolitami. Liczne dostrzeżenia przekonały, że pierwszych sześć miesięcy roku wypada na miesiąc średnio po 50 kul ognistych, w ostatnich zaś sześciu miesiącach po 85. Ziemia zatém napotyka więcéj kul ognistych od punktu odsłonecznego do przysłonecznego, aniżeli na drugiéj połowie swojéj drogi.

Podciągnięte to zjawisko pod rachunek, dawniéj za niepodobny uznany, wskazało, że wysokość, w których się kule ogniste pokazują, wynosi od 1 i $^1/_2$ do 64 mil, a ich średnice mają 100 do 12,000 stóp; biegną prędkością wynoszącą od 8,400 do 235,000 stóp na sekundę; ponieważ zaś prędkość ziemi

wynosi średnio 94,000 stóp, ztąd niektóre z nich bieżą 2 i $^1/_2$ razy prędzéj.

Kule ogniste należą do rzędu ciał planetarnych, o czém przekonamy się dowodnie, poznawszy *gwiazdy spadające*, a które to zjawisko lud *czyszczeniem się gwiazd* zowie. Te przemijające zjawiska na niebie, te szybko przesuwające się punkta świecące, linijki zakreślające, te chwilowe ozdoby nieba, podlegają tym samym prawom biegu, co i planety. Tak jest, ponieważ wiémy, że częstokroć los i przypadek podały trwałość i ustaliły prawa, o których nawet niepomyślano. Tak też i gwiazdy spadające przestały być meteorami, dostrzeżenia odsunęły je poza granicę atmosfery i zrobiły ulubionémi dziećmi świata słonecznego; planety są ich rodzone siostry, témi samémi co i one prawami rządzone. Najtroskliwsze dostrzeżenia dowiodły, że one rzadko z góry spadając, wierzchołków Andów sięgają i nikną; zniżają się do jednéj mili nad poziom morza i okazują się wysoko 4 czasem 40, a nawet i 60 mil. Heiss w Münster mówi, że dnia 10 Lipca 1837 roku gwiazda spadająca okazała się jednocze-

śnie w Berlinie i Wrocławiu, 62 mil nad poziomem, a zgasła o 42 mil oddalona.

Z tą wysokością zgadza się i prędkość, z jaką gwiazdy spadające w przestrzeni bieżą; i jak chwilowym jest ich pojaw, to jednak 40 mil często przebiegają, prędkość ich wynosi 3 i $^1/_2$ do 9 mil na sekundę. Juliusz Schmidt i Heiss obliczyli jednę, która miała prędkość 3 i $^1/_2$ mili; obserwowano też i takie, które posiadają prędkość 12 do 24 mil, a témsamém bieżą z prędkością 3 do 6 razy większą, jak planety, a co wszystko przemawia za ich kosmicznym początkiem.

Niektóre gwiazdy spadające mają swój kształt, ponieważ wiele z nich ciągnie za sobą linijkę światła, którą nie można przypisywać trwaniu działania światła na retynę, podobnie jak się to dzieje z iskrą patyczka zapalonego i w kółko poruszanego. Dziwne tu się przedstawiają widoki: gwiazdy spadające pokazują się okolone równoległémi kręgami, szerszémi i świetlejszémi w środku, a tam najszerszémi i najświetlejszémi, gdzie giną. Często uderzające dostrzegano zmniejszanie się światła ku środkowi, co jak wiémy z nauki

o kometach, wskazuje kształt ostrokręgu wydrążonego, lub takiegoż walca. Przeszliśmy stosownie od komet do tych gwiazd, siostrzyc nietylko komet, ale i planet. Widziémy tu pokrewieństwo, powinowactwo, związek pomiędzy wszystkiémi ciałami świata słonecznego.

Najwalniejszy dowód kosmicznéj ich przyrody jest zapewne ta peryodyczność, z jaką się pojawiają. Nie masz nocy, w któréjbyśmy 4 lub 5 na jednę godzinę nie widzieli, a nawet i więcéj. Herick, w New-Haven wyrachował, że każdy z cztérech dostrzegaczy, czwartą część nieba lustrujący, może dostrzedz średnio 30 na godzinę. Podług tego wypada, że gwiazd spadających musi być przynajmniéj 3 miliony w przestrzeni nieba. Coulvier-Gravier, który tylko sześć na godzinę przyjął, doszedł, że w Paryżu w ciągu roku można dostrzegać 53,000 gwiazd spadających.

Stare już kroniki wspominają o ognistych strzałach, a Arabowie porównywali ich z ciągnięciem szarańczy. Starożytne irlandzkie podanie mówi o ognistych łzach św. Wa-

wrzyńca, płaczącego co rok w dniu święta swojego, dnia 10 Sierpnia. Na konsylium w Klermont, dnia 10 do 12 Kwietnia, widziano jak kronikarze głoszą, 1095 gwiazd spadających, tak gęsto od północy do świtu, jak najgęstszy grad. To zjawisko było zwiastunem ciągnienia całego chrześciaństwa na wojny krzyżowe, w których krew potokami płynęła. I na schyłku przeszłego wieku wspaniałe zjawisko zwróciło wszystkich na siebie uwagę i odznaczyła się noc 12 Listopada 1799 r. Przez siédm przeszło godzin nocy téj, od równika do koła biegunowego w Brazylii, w Labradorze, w Niemczech i w Grenlandyi, miliony gwiazd przeciągały, jaśniały i ginęły. Cóż to za wzniosłe widowisko, trudno sobie coś podobnego wyobrazić. Humboldt, który wtedy z Bonplanem w Kumana bawił, mówi, że wielkie kule, wielkości tarczy księżycowéj, niezliczone gwiazdy spadające w kierunku od północy ku południowi, kreśliły i krzyżowały na górném niebie liczne i długie fosforyczne linijki. Trzydzieści lat późniéj, to jest w r. 1832, te same zjawiska powróciły z równą świetno-

ścią: Europa, Arabia, Stany Zjednoczone, widziały miryady spadających gwiazd. W jedném miéjscu we Francyi robotnicy uciekli od roboty wśród deszczu ognistego, a Leverrier opowiadał, że kilka godzin trzebaby było na ich przeliczenie, wtenczas nawet, gdyby się były zatrzymały. W nocach 12 i 13 Listopada 1833 r., Denison w Olmstedt przy Newhaven, i Palmer w Boston, w różnych stronach nieba dostrzegali tak wielką ich liczbę, że je porównywano z płatkami śniegu, gęsto unoszącego się w powietrzu; jeszcze przy końcu tego zjawiska rano o godzinie 6-éj naliczono ich w kwandransie 650, zkądby wnioskować należało, że wtenczas 240,000 przynajmniéj gwiazd spadło. Wtenczas to dostrzeżono, że największa liczba gwiazd wybiega z punktu nieba, blizkiego *Regulusa*, należącego do konstellacyi *Lwa*. Przypomniano sobie także wtenczas noc z r. 1799 i wnioskowano, że gwiazdy spadają w pewnych peryodach daleko liczniéj, aniżeli innych dni.

Listopadowe zjawisko nie pozostało się jedynym, a owe łzy św. Wawrzyńca nakłoni-

ły Queteleta do uważania nocy dnia 10 Sierpnia. Dostrzeżenia od. r. 1834 do r. 1840 oznaczyły peryod od 9 do 14 Sierpnia; inne ustanowiono od 20 do 25 Kwietnta, od 26 do 30 Lipca, od 2 do 5 Sierpnia, od 19 do 26 Października i nakoniec od 9 do 12 Grudnia: naliczono, że w tych peryodach spada na godzinę od 15 do 20 gwiazd, a były i takie chwile, gdzie ich naliczono od 60 do 70. Nadto wszystkie spadają w jednym kierunku, a rozproszone tylko grupy gwiazd spadają w różnych kierunkach. Wspomnieliśmy, że w peryodzie listopadowym wychodzą te gwiazdy z konstellacyi *Lwa*; w sierpniowym zaś dostrzeżono, że wychodzą od gwiazdy *Algol*, znajdującej się w *Perseuszu*; są także takie punkta wyjścia w gromadzie *Kassyopei* i w głowie *Smoka*.

Ermann mówi, że podobnie drogi kamieni spadających, tak jak i drogi takich gwiazd, przecinają się z ekliptyką i tworzą zamknięty pierścień, z milionów małych ciał niebieskich złożony. Z powodu niejednostajnego grupowania się tych drobnych ciał, szerokość

tego pierścienia jest tak znaczna, że ją często ziemia kilka dni przechodzi.

Słońce nawet zaciemnia się tak, że gwiazdy w dzień, a nawet w południe można widzieć; cytują co do tego r. 1547. Ani dymy do góry wznoszące się, ani wulkaniczne popioły, ani tumany sadzy, nie tłumaczą tego zjawiska. Menier opowiada, że 17 Czerwca przez 5 minut małe kuleczki przed tarczą słońca przeciągały. Erman i Petit dostrzegli, że roje gwiazd sierpniowych w Lutym, a listopadowe w Maju przed tarczą słońca przeciągają.

W bezdenne odległości zapędziliśmy się za kometami, a te ogniste meteory i gwiazdy spadające zwróciły nas napowrót do ziemi. Chwilę zabawiliśmy się na niéj, a teraz wznosimy się za granicę świata słonecznego, podróżować będziemy pomiędzy gwiazdami, i tu wykryjemy to samo prawo Newtona, prawo powszechnego ciążenia.

Pogadanka 21.

Opisanie sklepienia nieba, pokrytego miryadami gwiazd. Liczba gwiazd pierwszéj wielkości. Dochodzenie stosunku ich światła Dochodzenie bezdenności nieba. Oznaczenie średnie gwiazd. Dochodzenie ich wielkości. Liczba gwiazd.

Cóż może być okazalszego, wspanialszego, jak noc pogodna, mroźna, grudniowa, któréj ani księżyc nie oświeca, ani żaden obłoczek nie zachmurza. Cudny obraz unoszących się gwiazd niezliczonych, miryady miryadów przenoszących, rozwija wtenczas niebo nad nami. Droga mleczna płynie jak srebrzysty strumień po tym obrazie, a na niéj błyszczą gwiazdozbiory: *Orzeł, Łabędź, Kassyopea*, *Perseusz* i *Woźnica*. W głębi południowo-zachodniéj stronie nieba jaśnieje *Fomalhaut* w *Rybie południowéj*; daléj ku południowi

błyszczą gwiazdy *Wieloryba*, a jeszcze daléj *Andromedy*. Zachodnią część nieba zdobi *Pegaz*, a wschodnią *Oryon*, prawdziwa ozdoba niebios. Na północy, naprzeciw obydwóch Niedźwiedzi, błyszczy *Lutnia* z jaśniejącą *Wegą*, *Herkules* i *Korona północna*. Takie to noce wzbudziły zamiłowanie starożytnych do téj wzniosłéj nauki; wszakże niebo i dziś rozbudza w nas wzniesienie myśli do Boga i rozpowiada chwałę Jego.

Podobnie jak człowiek samotny w dolinie okolonéj stromemi skałami, pragnie ulecieć na zewnątrz, kiedy powiéw wiatru zaniesie w jéj wnętrze nieznany mu kwiatek lub okaz, będący dowodem ciągle wzrastającéj oświaty; tak promyk światła z głębi niebios przybywający, budzi w nim chęć poznania tego licznego szeregu olbrzymich światów. Ale, podobnie jak w każdéj innéj nauce, postępowano tu wolno i wieki upłynęły od pierwotnego peryodu, aż do tego czasu, w którym początkowe twory fantazyi zamieniły się w rzeczywistości. Poznanie prawdziwych położeń gwiazd, ich drobnych zmian, w których się bieg ziemi z wszelkiemi przeszkodami, jak

w zwierciadle odbija, skłania człowieka, ażeby gwiazdy te uważał jako drogoskazy, prowadzące nas do poznania biegu planet i komet. Położenie to gwiazd powinno być ścisłe i dokładne, i dla tego też ugrupowanie starożytne gwiazd w konstellacye okazało się niedostateczném; rozciągnięto więc siatkę na niebie dla oznaczenia nietylko ich miéjsc, ale i wykrycia drobnych zmian, jakim podlegają.

Teraz zwróćmy uwagę naszą na różny stopień blasku gwiazd, od którego fizyonomia niebios głównie zależy. Obraz nieba przeziéra się w duszy naszéj, pozór niknie, rzeczywistość powstaje, a bezdenną przestrzeń wypełniają te punkta świetne, te słońca, które wiecznym prawom posłuszne, światło swoje własne do oka naszego przesyłają.

Już Hypparch podzielił gwiazdy, gołém okiem widzialne, na sześć klass, które wielkościami nazwał, zamieszczając w piérwszéj klassie najświetniejsze; w nowszych czasach rozciągnięto ten podział do 20-éj wielkości, przy pomocy lunet i teleskopów wynalezionych i coraz bardziéj doskonalonych. W ogól-

ności liczymy gwiazd pierwszéj wielkości od 17 do 21.

Od początku wieku XVIII stosunek światła gwiazd nabrał bardzo wielkiej wagi; są bowiem zjawiska, które od mocy światła, jakiém gwiazdy świécą, pochodzą i to spowodowało, że szukano sposobów różnych do oznaczenia téj mocy. Narzędzia ku temu wymyślone zowią się *fotometrami.* Już to gwiazdy porównywają się z cieniem rzuconym sztucznym, w różnych odległościach ustawionych świéc; już dochodzi się ich blasku przez porównanie gwiazd z sztucznemi gwiazdami, które się na szklannych lub metalowych kulach przez odbicie tworzą; już téż używa się do tego szkieł płaskich różnej grubości i różnego koloru i przez nie przepuszcza się światło gwiazdy. Używa się także dwóch przy sobie stojących zwierciadlanych teleskopów téj saméj mocy. i przy pomocy kółek papiérowych dowolnego otworu, przyprowadza się dwie gwiazdy do tego samego blasku. Inni porównywali bezpośrednio dwie gwiazdy, uważając je w polu widzenia tego samego teleskopu. Inni używali lunet z prze-

połowioném szkłem przedmiotowém, to jest *heliometrów;* inni znowu odbitego przez pryzmat obrazu księżyca lub Jowisza. Arago nareszcie użył do tego polaryzowanego światła, i sposób ten bardzo wiele obiecuje. Wyznać jednak powinniśmy, że wszystkie fotometra nie odznaczają się taką dokładnością jak narzędzia, dające położenia gwiazd.

Pomimo niedokładności fotometrów, John Herszel założywszy, że światło główněj gwiazdy w *Centaurze* wyraża liczba 1,000, doszedł że *Syryusz* ma takich jedności światła 4,165, *Kanopus* 2,041, *Arkturus* 718, *Rygel* 601, *Kapella* i *Wega* po 510, *Beteigeuze* 489, *Aldebaran* 448, *Antares* 391, *Altair* 350, *Kłos* 312. Chciano tu wprowadzić to ogólne prawo słabnięcia światła w miarę odległości, to jest: że światło gwiazdy jest cztéry, dziewięć, szesnaście i t. d. razy mniějsze, kiedy gwiazda znajduje się w odległości dwa, trzy, cztéry i t. d. większéj; ale to nie ma tu miějsca. John Herszel doszedł także, że średni blask gwiazd pierwszéj wielkości jest 500, drugiéj 172, trzeciéj 86, czwartéj 51, piątéj 34, a szóstéj 25. Oznaczył on nadto stosunek

światła pomiędzy słońcem, księżycem i gwiazdą, z którego wniósł, że księżyc w pełni ma 27,400 razy światło większe jak gwiazda główna w *Centaurze*, a słońce 22,000 milionów razy większe od światła téj ostatniéj gwiazdy. Wollaston doszedł, że światło słońca jest 801,702 razy większe od światła księżyca w pełni. Te to stosunki światła i blasku gwiazd, ich liczba i podział na niebie były pierwszym krokiem wejścia w głębie nieba gwiaździstego.

Smiałą tę myśl, *zmierzyć bezdenność nieba*, powziął Wilhelm Herszel. Założył on, że gwiazda pierwszéj wielkości, odsunięta do oględłości dwa razy większéj, staje się gwiazdą drugiéj wielkości; to jest związał on odległości gwiazd z ich blaskiem, używając do tego sposobu *sondowania*, przez zapuszczanie się coraz daléj w głębie przestrzeni nieba.

Struve w nowszych czasach dochodził tych stosunków inną drogą; miał on wzgląd nietylko na liczbę gwiazd różnéj wielkości, ale i na ich coraz gęściejsze rozłożenie ku drodze mlécznéj. Struve wnioskował nadto,

że gwiazdy wcześniéj dla oka nikną, aniżeliby powinny, stosownie do swojéj odległości i mocy światła; że światło gwiazd słabieje na drodze do nas, a ztąd że przestrzeń nieba nie jest zupełnie przezroczysta i wolna od wszelkiego środka.

Wniosek ten stwierdza i to, że pomimo niezliczonego mnóstwa gwiazd, sklepienie nieba nie jest jednostajnie oświetloném, ale pojedyncze tylko miéjsca, na tle ciemném, przyświécają.

Jakikolwiek sąd wydać można o wartości takich naukowych, w połowie tylko prawdziwych, przypuszczeń i na nich opartych wyników; to jednak nastręczają one prawdopodobny pogląd co do przestrzennéj rozległości świata gwiazdzistego. Daléj na téj drodze postępować, nowe na niéj budować prawa, byłoby to śmiałym, ale niepewnym, krokiem stąpać. Niedaleko może jesteśmy od tego, ażebyśmy z odległości tych nie mogli wnioskować o wielkości światów, chociażby tylko w przybliżony sposób. Wymiar natężenia światła nastręcza te wielkości, albowiem największa liczba gwiazd mają znaczne tarcze;

a już i ta okoliczność, że się i przy użyciu większego powiększenia, średnice tych tarcz pomniejszają, dowodzi, że tarcze te były tylko złudzeniem, chociaż przez długi czas sądzono, że ich średnice wymierzyć się dadzą.

Taki jest powierzchowny obraz przestrzennych stosunków świata gwiaździstego: jest to obraz podobny do niedokładnego obrazu okolicy, o któréj zebraliśmy wiadomości ulotne i niepewne, są to wątpliwe rysy konturu, których prawdziwy kształt dopiéro z samego miéjsca dostrzeżemy. Wszędzie napotykaliśmy trudności, a ztąd i wnioski nasze w szczupłych były zamknięte granicach. Obraz ten tak niedokładny, biorąc z sobą w podróż, uzupełnijmy go podaniem liczby gwiazd i światów znajdujących się w przestworze nieba.

Hipparch na Italskiém niebie nie liczył więcej gwiazd jak 1,600; a Ptolomeusz podał nawet w kopii jego katalogu, który się w Almagescie znajduje, właściwie tylko 1026: tak mała liczba gwiazd tyle zastanawiała niektórych uczonych, że Pliniusz dokładną wiadomość liczby gwiazd zostawił Bogom i prze-

kazał ją następnym pokoleniom. Argelander powiada, że gwiazd na widzialném dla nas gołém okiem niebie jest 4,022, i dodaje, że na całéj kuli nieba jest takich gwiazd 5,000, to jest: wielkości pierwszéj 20, drugiéj 65, trzeciéj 190, czwartéj 425, piątéj 1,100, szóstéj 3,200, razem jak wyżéj 5,000, gwiazd, dla silnego oka widzialnych. W siódméj klassie liczą 13,000, w ósméj 40,000 a w dziewiątéj 142,000. Struve mówi, że przez 20-stopowy teleskop Herszla można widziéć gwiazd 20,374,000, a Herszel sam powiedział, że przez swój 40-stopowy teleskop naliczył 18 milionów na saméj tylko drodze mlécznéj.

Pogadanka 22.

Ruch własny gwiazd. Prace pod tym względem Bessla, Argelandra i Mädlera. Słońce ze wszystkiemi należącemi do niego ciałami posuwa się w kierunku gwiazdy w konstellacyi Herkulesa.

Podobnie jak przestrzeń, tak i liczba światów jest nieskończona. Spokojnie i stale błyszczą te roje gwiazd od wieków i wieków, niezmienne w swojém wzajemném położeniu; te symbole wieczności dla wszystkich ludów i czasów. Teraz, kiedyśmy krok nasz na pochwyconym promieniu światła pomiędzy niémi zrobili, dostrzegamy w nich przez lunetę małe i powolne ruchy, których poznanie jest właściwym celem astronomii gwiazdzistéj.

Znamy tę czarodziéjską różczkę, która tu pełne tajemnic przestrzenie nieba otwiéra; te u starożytnych złote gwoździe na kryształo-

wych sklepieniach, w ciągłym spokoju będące, na światy ruchome zamiénia. Wiémy, że czarodziéjstwo to nie na czém inném polega, jak tylko na dokładném zbadaniu nieba. To rozmyślne badanie musi wykryć jednakowe, lub różne odległości, a co prowadzi do poznania ruchu i odmian, którym gwiazdy podlegają. Powątpiewanie tylko co do tego może nastąpić, czy to są własne ruchy gwiazd, czyli też pochodzą od naszego dwojakiego ruchu, to jest: obrotu dziennego i biegu rocznego ziemi, lecz i tę wątpliwość usuną dostrzeżenia pilne, tak co do rodzaju, jak i kierunku tego ruchu.

Widok zewnętrzny nieba zdaje się nie uzbrojonemu oku ciągle ten sam teraz co i przed wiekami; mała liczba krążących planet i komet, meteorytów i gwiazd spadających, nie zmiénia tego widoku; cofanie się punktów równonocnych, kołysanie się osi ziemskiéj, może wprawdzie nowe gwiazdozbiory odsłonić, ale nie może je rozdzielić lub w nieznane grupy ułożyć. Te 40 milionów mil, które w przestrzeni co rok robimy, ginie w bezdenności nieba. Chcemy czém prędzéj daléj podróżo-

wać, ale trochę cierpliwości, być może, że już od dawna w podróży jesteśmy pomiędzy témi światami, świadkami nieskończoności. Otóż tam na północy błyszczy wspaniała *Wega* w konstellacyi *Lutni*; przy niéj świéci bogato przybrana *Korona północna* i gwiazdzisty obraz klęczącego *Herkulesa*. Przed świetnym promieniem nauki gaśnie *Orzeł*, *Korona* i *Lutnia*; a ciemne tło, na którém starożytni swoje obrazy kreślili, zbliża się do nas. Spostrzegamy ruch ciągły, trwający od początku rodu ludzkiego i działający na widok nieba w sposób powszechnego zniszczenia. Już nie widziémy grup gwiazd w tém samém miéjscu, co je przed 2,000 lat widzieli Hiparch i Ptolomeusz, i z podziwem przekonywamy się, że pasmo porządku rozrywa się na niebie; że po wieku, po tysiącach lat, *Krzyż południowy* i pas *Oryona*, odsuną się znacznie od siebie

Lotu myśli nie możemy doścignąć, trzeba się w drogę wybrać; a na początku już téj podróży, przy małém nawet doświadczeniu, zdobędziemy ten skarb, którym nas nauka obdarzyła. Przed 2,000 laty Hiparch zanurzył swoje bystre oko w niebo, i pamięci

nie ufając swojéj za nadto, spisał gwiazdy i ich położenia. Do początku przeszłego wieku postępowała nauka z zawiązanémi oczyma dopiéro Haley je odwiązał. Jego przenikliwy wzrok zbadał na nowo niebo, porównał nowy jego widok z dawnym i swój katalog z opisem przed 2,000 lat ułożonym. *Syryusz*, *Arkturus*, *Aldebaran*, nie stały już tam, gdzie je grecki astronom widział; błędy dostrzeżeń, narzędzi, żadne złudzenia nie zdołały tego wyjaśnić; nie było to przyczyną cofania się punktów równonocnych, ani obłąkania wzroku przez światło; ale odmiany te, które z czasem położenia gwiazd względem siebie zmiéniały, były właściwéj aatury. *Syryusz* wydalił się z swojego dawnego sąsiedztwa i okolił się nowémi towarzyszkami; nie jedna gwiazda, która przy drugiéj na wschód leżała, teraz już na zachodzie błyszczy. Postępowano tą ścieżką wiek cały i znaleziono, że przy najstaranniéjszych dostrzeżeniach, przy użyciu najdokładniéjszych narzędzi, to błąkanie się gwiazd miało miéjsce. Dostrzeżono ruch własny gwiazd, i gwiazdy odtąd nie są już stałe, i słońce nawet wyruszyło z swojego spoczynku.

Rozmaitość ruchów łączyła się z rozmaitością odległości gwiazd, i tylko, jakieśmy wyżéj powiedzieli, przypisać można to było, albo naszemu ruchomemu stanowisku, albo własnemu ruchowi gwiazd: w tém cała wątpliwość, nim ją jednak rozwiążemy, potrzeba się z témi ruchami gwiazd dobrze obeznać.

Zasługa oznaczenia własnego ruchu gwiazd należy się nieśmiertelnemu Besslowi, Argelandrowi i Mädlerowi; ten ostatni porównał katalog Bradleja z r. 1755 z swojémi dostrzeżeniami z lat 1847 do 1855 na 3136 gwiazdach, i znalazł, że jedne z nich nawet jednéj sekundy w stuleciu nie robią, gdy tymczasem drugie kilka sekund w roku. Największych odmian spodziewano się z początku dostrzedz w bardzo świetnych, a tém samém bardzo blizkich gwiazdach, i rzeczywiście dostrzeżono, że ruch własny *np.* głównéj gwiazdy *Centaura* wynosi w stu latach 358 sekund; ale ta zasada nie jest ogólna, ponieważ ruch własny *Beteigeuze* i *Rygla*, tych dwóch świetnych gwiazd w *Oryonie*, wynosi tylko w 100 latach 5 i 3,5 sekund. Największe dotąd dostrzeżone ruchy gwiazd odnoszą się do gwiazd drobniéj-

szych, jak *np.* ruch 61-éj gwiazdy w *Łabędziu*, która jest gwiazdą 5-éj wielkości, wynosi 522 sekund. Jakkolwiek małe są te biegi, jednak po upływie wieków są one znaczne, i tak: *Arkturus* oddalił się o 2 i $^1/_2$, gwiazda w *Łabędziu* o 6, w *Okręcie* o 9 średnic księżyca w pełni.

Znajomość tych własnych biegów gwiazd naprowadziła Wilhelma Herszla do téj prawdy, że słońce nie jest w spoczynku, ale bieży w kierunku promienia ocznego do małéj gwiazdy w konstellacyi Herkulesa poprowadzonego. Podług jego obrachowania, położenie punktu tego, odnosząc go do 1800 roku, było następujące: wznoszenie proste 257° 54', a północne zboczenie 28°49'2". Późniejsze i liczniéjsze jednakże dostrzeżenia dokładniéjszy dały wypadek. Mädler z 2163 gwiazd oznaczył położenie tego punktu, i otrzymał na wznoszenie proste 261° 31'8, a na północne zboczenie 39°53'9.

Jeżeli zwrócimy na to uwagę, co za znaczenie w astronomii ma dostrzeżenie, z jaką pewnością z niego wnioskować można o drodze ciała niebieskiego, jak się na niém budują układy, to pełni nadziei, widziémy podobne

prawa, podobny porządek i w świecie gwiazdzistym. Spadła zasłona, odkryto mechanizm planetarnego układu, prawo powszechnego ciążenia i formuły służące do rachowania położeń tych ciał. Spadnie również kiedyś i zasłona co do biegu gwiazd, ale z czasem, bo czémże jest sto lat w historyi nieba, na tym zegarze wieczności? oto jedną chwilą.

Pogadanka 23.

Opisanie gwiazd nowych. Tłumaczenie zjawisk takich gwiazd. Gwiazdy zmienne, ich wyliczenie i opisanie. Kolory gwiazd.

Wiara w wieczność i niezmienność nieba gwiazdzistego zachwieje się, gdy krok na niém postąpimy. Te niezliczone światy poruszają się, a gwiazdy mają swój własny bieg, odsuwający gwiazdozbiory i zmieniający postać nieba. Ale te ruiny nie są jedyne, i gwiazdy odwieczne zgasnąć muszą; światło nauki zaciéra je, a odmiany co do mocy światła występują. Spojrzyjmy na drogę mléczną, która całe niebo opasuje: wiele wspaniałych gwiazdozbiorów nurzają się w tym bladym oceanie światła; trzy główne konstellacye zastanawiają nas: *Kassyopea*, *Łabędź* i *Wężownik*, a w Maju *Niedźwiadek* w zwierzyńcu rozpo-

ściera swoje skrzydła. Te cztery gwiazdozbiory są widnią najcudniejszych zjawisk.

Podania Chińczyków zasięgają roku 134 przed naszą erą, i Hiparch wspomina o Pliniuszu, którego podziwienie stało się powodem do jego katalogu. Pisarze rzymscy za czasów Cesarzy, arabscy i germańscy astronomowie, wspominają o podobnych zjawiskach, ale dopiéro za nowszych czasów odkryto sześćdziesiąt pięć *nowych gwiazd*, a mianowicie: w *Niedzwiadku*, w *Wężowniku*, w *Kassyopei*, w *Łabędziu*, w *Centaurze*, *Strzelcu*, *Orle*, *Baranie*, a zatém wszystkie blizko *drogi mlécznéj*. Taka to nowa gwiazda okazała się astronomowi Tycho Brahe, podczas pobytu u swojego wuja Steno-Bille w ówczesnym klasztorze Herrycwald, wieczorem dnia jedynastego Listopada 1572 r. prawie w zenicie w *Kassyopei*, kiedy powracał z swojego chemicznego laboratoryum. Nie można mu to wziąść za złe, że sobie nie dowierzał i robotników wezwał, ażeby sprawdzili; była to gwiazda tak świetna, jak *Syryusz* i *Jowisz*, która w nocy jaśniała, a w dzień nawet gołém okiem widzialną była. Przy końcu roku bledniała ona i jéj światło czerwo-

nawe było podobne do *Marsa*; w Kwietniu i Maju następnego roku znowu natężenie jéj światła rosło, jednak doszło tylko do drugiéj wielkości; w Grudniu zmalała do piątéj wielkości, a w Marcu 1534 roku zgasła zupełnie, świécąc przez 17 miesięcy. Ćwierć wieku późniéj, oko sławnego astronoma dostrzegło uderzające zjawisko, oko Keplera, który w roku 1602 w konstellacyi *Łabędzia* dostrzegł nową gwiazdę: gwiazda ta doszła do trzeciéj wielkości i zgasła dopiéro w 19 lat: zapewne była to ta sama, którą Dominik Kassyni i nasz Heweliusz w r. 1654 obserwowali.

Bardziéj uderzyło Keplera zjawisko gwiazdy na prawéj nodze Wężownika, i jéj żywy błysk zastanawiał wszystkich ją dostrzegających. W piętnaście miesięcy zgasła ona w Marcu 1606 roku.

Jeszcze raz zajaśniała w blizkości głowy *Łabędzia*, gwiazda trzeciéj wielkości, która po trzech miesiącach znikła, a w następnym roko 1671 błyszczała, jak gwiazda czwartéj wielkości, i znowu znikła. Kassini widział ją w r. 1672 piątéj wielkości, a potém znikła i dotąd widzialną nie była.

Sto siedemdziesiąt kilka lat upłynęło od tego czasu, i pomimo to, że niebo dostrzegano, jak najpilniéj lunetami silnemi, pomimo tak starannych katalogów, nie widziano żadnéj takiéj cudownéj gwiazdy; dopiéro na dniu 28 Kwietnia 1848 r., znany astronom Russel Hind w Londynie, odkrył nową gwiazdę czwartéj do piątéj wielkości, która się w *Wężowniku* pojawiła; w r. 1850 zmalała do jedenastej wielkości i nareszcie znikła. W tymże samym roku pokazała się znowu nowa gwiazda szóstéj wielkości w Oryonie, dostrzegł ją Schmidt w Ołomuńcu.

Tak rzadkie zjawiska, a tak liczne, za czasów Tychona, Keplera i Kassyniego, ośmielały do wierzenia wraz z Arystotelesem w wieczność i niezmienność nieba; zawsze to jednak było smiałą myślą Herszla, który utrzymywał, że nowa gwiazda Tychona była utworem nagromadzonéj w przestrzeni rzadkiéj i subtelnéj materyi. Największa liczba uczonych temu jednak nie wierzyła, filozoficzna wiara przemagała nad umiejętném badaniem. Wielu z nich utrzymowało, że gwiazda ta ma byt swój od początku świata, i że to jest ta sama, któ-

ra przyświécała Magom, zwiastując im narodzenie Zbawiciela świata. Ta to gwiazda zbliżyła się, mowili oni, tak dalece do słońca, że stała się dla nich widzialną; potém, oddalając się od niego w prostéj linii, znikła zupełnie.

Nawet Tycho był co do tego w błędzie, przypuszczal on, że światy powstają i z czasem giną, podobnie jak człowiek lub inne istoty organiczne. Kepler sądził nawet w r. 1604, że gwiazdy te mają jedne strony ciemne, drugie, jasne i obracają się około swoich osi; ztąd raz dla nas są widzialne, a drugi raz niewidzialne

Podobnémi cechami, czyli własnościami odznaczają się także gwiazdy *zmienne*. Taką jest przed 200 laty odkryta przez Heweliusza „*Mira*" gwiazda dziwna, która w 331 i $^{1}/_{6}$ dniach przechodzi od drugiéj do szóstéj wielkości, i znowu napowrót coraz mocniéj błyszczy. W konstellacyi *Herkulesa* jest także gwiazda taka *Algol* na głowie *Meduzy*, która w 68 godzinach 49 minutach przechodzi od drugiéj do czwartéj wielkosci, i wraca napowrót do początkowego światła. Przytoczyć tu możemy wiele innych: delta w *Cefeuszu*, gwiazda trze-

ciej wielkości w *Lutni*, mała gwiazdeczka w *północnéj Koronie*, takaż mała gwiazdeczka na *Tarczy Sobieskisgo* i t. d. Sześćdziesiąt pięć gwiazd takich postrzeżono, wszelako trudna i dotąd nie docieczona jest teorya, tłumacząca ich zmiany; przypuszalny obrót gwiazd zniósł Arago, chociaż niewiadomo, czy inne jakie tłumaczenie podał.

Panującym kolorem gwiazd jest biały, ale są też często gwiazdy koloru czerwonego, żółtego, błękitnego, zielonego, fioletowego i purpurowego.

I tak niezaprzeczenie *Syryusz*, *Wega*, *Deneb*, *Regulus*, i *Kłos* mają światło białe; *Aldebaran*, *Arktur*, i *Beteigeuze* są gwiazdami koloru czerwonego; *Procyon*, *Kapella* i *Altair* są żółtego. Z dwóch gwiazd *Bliźniąt*, *Kastor* jest zielonkowaty, a *Polluks* czerwonawy; gwiazda *biegunowa* jest koloru żółtego; *Mira w Wielorybie* odznacza się kolorem czerwonym: są także gwiaździy błękitnawe i purpurowe.

Otworem stoi dla nas niebo, wnijdźmy do niego i z łancuchem mierniczym przemierzmy wzajemne gwiazd odległości.

Pogadanka 24

Dochodzenie odległości gwiazd od ziemi. Prace na tém polu astronomów.

Ścisłe i dokładne oznaczenie położenia każdéj gwiazdy. po wprowadzeniu popraw pochodzących z cofania się punktów równonocnych, kołysania się osi ziemskiéj, i zmian, jakich promień światła w biegu swoim doznaje, jest zasadą do wymierzania odległości gwiazd od ziemi. Ruch własny gwiazd przekonał nas, że te nie są od nas jednakowo oddalone, kulistość bowiem nieba pochodzi tylko od granicy wzroku naszego: jest to powierzchnia, na którą się wszystkie gwiazdy rzucają w tych punktach, w których promienie oczne ją przecinają.

Ponieważ bezpośrednio z sążniem w ręku, lub łańcuchem mierniczym, nieba przemierzyć

nie możemy; więc udać się musiémy do takich sposobów, jakich geometra do mierzenia odległości niedostępnych przedmiotów na ziemi używa. Jedno oko nie sądzi o odległości, potrzeba do tego obu oczów, ponieważ kąt zawarty pomiedzy dwoma promieniami ocznémi, do dwóch przedmiotów skierowanémi, odległość pomiędzy niémi dopiéro ocenia. O tém łatwo przekonać się możemy, zawiązawszy jedno oko i wziąwszy szczypce dla objaśnienia świécy, będziemy raz poza świécę sięgać, drugi raz przed świécą dotykać.

Ta różnica kierunku dwóch oczów jest gruntem mierzenia odległości; jestto paralaksa astronomów. Można powiedzieć, że dla astronoma ziemia stała się głową, a jego oczy są strażnicami. Jeżeli jednoczesne dostrzeżenie z dwóch strażnic da nam różnicę położenia jednéj i téj saméj gwiazdy, wtenczas znaleziona jest paralaksa téj gwiazdy, a ztąd i jéj odległość od ziemi.

Wprawdzie ta odległość od tego zależy, jak dalece możemy tę różnicę kierunków ocenić. W muskularnym ruchu oczów posiada astronom swój kątomierz i mikrometr;

ale zapytajmy, czy go te narzędzia nie opuszczą tak, jak go opuszczają oczy przy odległościach 1000 lub więcéj stóp wynoszących. Musiémy sobie wyobrazić, że kulka, jeden cal średnicy mająca, w odległości 3,438 cali, czyli 285 stóp, obejmuje tylko kącik jednéj minuty; a w odległości 206,205 cali, czyli 17,000 stóp jednę tylko sekundę. Ten sam stosunek służy i dla nieba. Paralaksa jednéj sekundy odpowiada 206,205 razy większéj odległości; jest to jedność miary, przy pomocy któréj wyrażamy odległości w przestrzeni nieba. Możemy sobie to i tak wyobrazić, jak gdyby oko nasze znajdowało się w środku gwiazdy i obejmowało na ziemi linię poprowadzoną pomiędzy dwoma oznaczonémi miejscami. Łatwo teraz obliczyć, że 350 milionów mil potrzeba, ażebyśmy ziemię pod kącikiem jednéj sekundy widzieli. Widziémy zatém, że średnica 1719 mil dopiéroby nam się pokazała pod kącikiem jednéj sekundy, gdybyśmy o 350 milionów mil byli oddaleni. Odległość ta nie dosięga nawet Neptuna, a ztąd byłoby niedorzecznością szukać paralaksy gwiazd w takiéj odległości.

Wielkich odległości nie możemy także na ziemi mierzyć, bo czucie nasze wtenczas ustaje, a umysł skierowania oczów nie dostrzega. Robimy wtenczas podobnie jak jednooki, który wtedy głową porusza. Bierzemy zatém odległość znaną na ziemi i porównywamy pozorne położenie odległego przedmiotu z dawném: otrzymujemy tym sposobem paralaksę, z której wnioskować możemy o szukanéj odległości.

Kiedy Kopernik swą prawdę objawił, że cała droga ziemska w porównaniu z odległością gwiazd jest tylko punktem, nie była ona hypotezą w nauce, ale była, jest i będzie prawdą opartą na paralaksie gwiazd.

Kiedy ziemia znajduje się, około d. 1 Stycznia, w punkcie przysłonecznym, a po sześciu miesiącach d. 1 Lipca, w odsłonecznym, wtenczas skierowawszy lunetę na gwiazdę, jeżeli się dwa promienie oczne zéjdą, to paralaksa gwiazdy będzie wyznaczoną, a ztąd i odległość tejże; ale jeżeli te dwa promienie są równoległe, wtedy nie ma paralaksy, a odległość jest nieskończona. Do połowy szesnastego wieku dokładność narzędzi była tyl-

ko taka, że na połowie stopnia trzeba było poprzestać. Tycho Brahe doprowadził ścisłość swoich dostrzeżeń do 5 minut, na początku XVIII wieku do jednéj minuty, a teraz do jednéj a nawet do $^1/_{10}$ sekundy. Tym sposobem odległość gwiazd rosła od 115 odległości ziemi od słońca, i sięgała następnie do 700, a teraz do 206,300 i do 2,063,000 takich odległości.

Ponieważ dawniéj nie były znane wszystkie przeszkody, a mianowicie, oprócz wiadomego poprzedzania punktów równonocnych, które rocznie 50" wynosi, nieznane było kołysanie osi ziemskiéj 9" wynoszące i aberracya światła do 20" dochodząca; więc też nie można było oznaczyć dokładnie paralaksy gwiazd. Teraz kiedy doprowadzono spostrzeżenia do ścisłości $^1/_{10}$ sekundy, a témsamém granicę świata gwiazdowego rozciągnięto prawie aż do 2,063,000 odległosci ziemi od słońca, można wnosić, że paralaksa gwiazd może być z wszelką dokładnością oznaczona. Jednak i tak kilka dziesiątków lat upłynęło, nim prace w tym względzie astronomów uwieńczone zostały.

Nie wszystkie usunięto przeszkody, i tak dwa dostrzeżenia gwiazdy, o pół roku od siebie oddalone, rzucały wątpliwość co do tego samego stanu narzędzia, co do refrakcyi, a nawet co do nutacyi i aberracyi: to zaś wszystko wpływało na oznaczenie paralaksy gwiazdy, za którą poręczyć nie można było.

W końcu pytano się, i pytanie to nie było obojętném, która z tylu tysięcy gwiazd jest najdogodniéjszą do spostrzeżeń, i która nastręcza największe prawdopodobieństwo co do zmierzenia tak znacznéj odległości. Tu to dopiéro stanął bystry Bessel, królewiecki astronom, niezrównany praktyk i walny teoretyk, który podając zupełnie nowy sposób, uniknął wszelkich możliwych błędów. Z zaprowadzeniem téj pełnéj dowcipu metody w r. 1832 do 1838 rozpoczyna się szczęśliwa epoka śmiałego wejścia w bezdenność nieba.

Bessel zwrócił uwagę na znane doświadczenie, i to przyjął za zasadę swojéj metody oznaczenia paralaksy. Przechodzący przez las widzi drzewa po prawéj i lewéj stronie ciągnące, i to tém prędzéj, im te są niego bliższe i to doświadczenie przeniósł na niebo.

Własny ruch gwiazd nauczył go, że my ze słońcem i całym światem słonecznym przez las gwiazdzisty pędzimy, i że gwiazdy te po prawéj i lewéj stronie, przed tém wędrującém słońcem, podobnie jak te drzewa, ulatują. Jakiż więc wniosek tu można było zrobić? oto, że i te gwiazdy, które prędzéj pędzą, są też także nas bliższe. Bessel wniosek ten i ruch własny gwiazd, jako przyczynę ich blizkości, za grunt swojéj metody przyjął.

Pomiędzy jaśniejącemi gwiazdami *Syryusz* i *Arkturus* znaczny ruch własny okazywały, a témsamém największą nadzieją astronomów napełniały co do wyznaczenia odległości. Pomimo to zwrócił Bessel swoją uwagę na małą gwiazdę, liczbą 61 w gwiazdozbiorze *Łabędzia* oznaczoną, która tak wielki bieg własny ma, że od początku ery naszéj o sześć prawie średnic księżyca położenie swoje na niebie zmieniła. Téj to gwiazdy spodziéwał się Bessel oznaczyć paralaksę, i ona go w rzeczy saméj nie zawiodła. Dostrzeżenia nad nią czynione były wolne od wszelkich przeszkód, albowiem do porównania użył drugiéj blizkiéj gwiazdy, a które to

gwiazdy podlegały równym zmianom tak co do łamauia się promieni światła, jako i co do poprzedzania punktów równonocnych i t. p. a przez to otrzymał ścisły wypadek na paralaksę większéj gwiazdy. Dwie te gwiazdy znajdowały się razem w polu lunety i można było ich kątową odległość mierzyć za pomocą zwyczajnego mikrometru. Cała tu niepewność przywodzi się tylko do tego błędnego może przypuszczenia, że gwiazdy dalekie nie posiadają może paralaksy.

Bessel ozuaczył téj gwiazdy paralaksę, i ta wynosi 0,348 sekund, co daje na odległość 508,540 odległości ziemi od słońca, czyli 12 i $^1/_4$ bilionów mil; światło potrzebuje do przebieżenia téj odległości 9,429 lat. Inni astronomowie: *Wilhelm i Otto Struve*, *Peters*, *Maclear* i *Henderson* tą samą drogą poszli, i wyznaczyli kilkunastu gwiazd paralaksę, a następnie ich odległości od ziemi. Najbliższą gwiazdą z tych, których odległości są znane, jest główna gwiazda w *Centaurze*, światło jednak jej potrzebuje do przebieżenia jéj odległości od ziemi 3 i $^3/_5$ lat.

W nieprzebytą przestrzeń zaszliśmy, tak dalece, że promienie światła, które przed naszém urodzeniem wyszły, do oka naszego jeszcze nie doszły. Gdyby która gwiazda wygasła, to długo byśmy ją jeszcze widzieli, a dopiéro, kiedy już ostatni z wysłanych promieni do oka naszego dojdzie, poweźmiemy wyobrażenie, że gwiazda ta rzeczywiście zgasła.

Od słońca do słońca podróżujemy i napawając się rozkoszą, upokarzamy się przed Tym, który słońca te w przestrzeni zawiesił

Pogadanka 25.

Co to są gwiazdy podwójne, podwojne fizyczne a co optyczne. Nie tylko słońce porusza się w kierunku gwiazdobioru Herkulesa, ale i gwiazdy jedne około drugich, a wszystkie razem około słońca centralnego. Prace na polu gwiazd podwójnych Lamberta, John Michela, Krystyana Majer, Herszla i t. d. Liczba gwiazd podwójnych w katalogu W. Struve. Wyznaczenie dróg gwiazd podwójnych i ich massy.

Biliony mil oddaliliśmy się od naszej ziemi, ziemia i cały świat słoneczny na punkcik się tylko zamieniły, tu odległości mierzy prędkość światła i przez światło wyrażają się odległości jednego od drugiego świata.

Potężne światy, olbrzymie słońca okalają nas: światy te, coraz gęściej ułożone w grupy, bawią uzbrojone oko i około spólnego ogniska krążą.

Pięknie błyszczy gwiazda *Mizar*, na ogonie wielkiego *Niedźwiedzia*, która jest podwójną, to jest gołém okiem widziémy tam podłużnąg wiazdę, gdzie luneta wskazuje nam dwie: i albo mniéjsza krąży około większéj, albo też bardzo oddaloną jest od niéj, a kącik pomiędzy dwoma promieniami ocznémi do dwóch tych gwiazd skierowanémi, jest nadzwyczaj mały. Spojrzyjmy także na jasną gwiazdę w *Pannie*, na *Kastora* w *Bliźniętach*, na główną gwiazdę w *Centaurze*, na gwiazdę leżącą na lewém ramieniu *Łabędzia* i na takąż gwiazdę na paszczy *Lwa*; każdą z tych gwiazd niepojedyńczą, ale podwójną, i różnéj wielkości zobaczymy. Astronomowie gwiazd takich blizko 6,000 naliczyli, a prace pod tym względem unieśmiertelniły W. Herszla i Struvego. Gwiazdy podwójne są różnéj wielkości, rozmaitego koloru i znajdują się na całém sklepieniu nieba. Gwiazdy około siebie krążące zowią się *fizycznémi*, bardzo od siebie oddalone, ale w tym samym prawie kierunku będące, zowią się *optycznémi*.

Kopernik zrucił ziemię z tronu, przez co się panowanie słońca ustaliło, jednak nie na

długo; ponieważ i ono z całym orszakiem wędruje ku gwiaździe w *Herkulesie* i wszystkie słońca krążą w około słońca *centralnego*; nie masz spoczynku, wszystko jest w ruchu.

Już przed wiekami mówiono o gwiazdach podwójnych, i dwaj głębokiéj myśli astronomowie, Lambert i John Michel, podali już przed wiekiem, że znajdują się gwiazdy, które, lubo na pozór blizkie, zostają pod wpływem prawa natury, i krążą w około swojego spólnego środka ciężkości. Nie zwrócono uwagi na to, ale astronom Krystyan Mayer w Mannheim, w latach 1778 i 1779 podał swoje dostrzeżenia stu gwiazd podwójnych które towarzyszami czyli księżycami drugich gwiazd nazwał.

W katalogu gwiazd podwójnych Struvego, obejmującym 3,057, znajduje się 987 par których odległość mniéj jak 4 sekundy wynosi; 975 pomiędzy 4 a 8 sekundami; 659 pomiędzy 8 a 16 sekundami i 736 pomiędzy 16 a 32 sekundami.

Jak się to zwykle w świecie dzieje, czego się innego szuka, a co innego się znajduje; tak też i Mayer, gruntując się na myśli Ga-

lileusza, którą później do pomyślnego skutku Bessel doprowadził, podał myśl mierzenia odległości gwiazd od ziemi, czyli znalezienia ich paralaksy, podług któréj późniéjsi, przy pomocy dwóch nitek mikrometycznych, jednéj stałéj, a drugiéj ruchoméj, doszli do oznaczenia kąta, jaki robią dwa promienie oczne do dwóch gwiazd prowadzone, to jest odległości pozornéj dwóch gwiazd, oraz kąta położenia, jaki czyni ta pozorna odległość z południkiem przechodzącym przez jednę z tych gwiazd; cztéry, a najwięcéj sześć dostrzeżeń służą do wyznaczenia położenia drogi i czasu obiegu. Z sześciu tysięcy gwiazd podwójnych, zaledwie 58-iu drogi są wyznaczone.

Odkrycie gwiazd podwójnych i rozwinięcie ich teoryi, mówi Humboldt, stanowi najwalniéjszą epokę rozwoju umysłu ludzkiego. Widziémy słońca krążące około słońc, i odbywające swoje biegi postępowe około spólnego środka ciężkości. Ta sama siła, to samo prawo zachodzi tutaj, które ma miéjsce w krążeniu planet, w około słońca. Wieczne prawo Newtona, prawo natury, "że *siła przy-*

ciągania powszechnego działa w stosunku prostym mass, a odwrotnym kwadratów z odległości,służy tu za zasadę do wyrachowania dróg gwiazd podwójnych.

Cudowne są zapewne te gwiazdy podwójne; w nich to niebo ukryło ozdobę rozmaitych kolorów: napotykamy tu kolory, czerwony, zielony, żółty, błękitny i biały, który jest kolorem głównym.

Wilchelm Herszel uważał gwiazdy podwójne za nowe światy, które podobnie poruszają się jak planety, opisując ellipsy, z tą tylko różnicą, że planety są ciemne, oświécone od słońca, te zaś same świécą: są to słońca krążące w około słońc. Prawo Newtona tu zastosowane, daje nam ich massy, ponieważ, jeżeli potrafimy wyrachować czasy ich obiegów, to też wsparci na tém prawie że *massy są w prostym stosunku z czasów obiegów, a stosunku odwrotnym z sześcianów z odległości*, dojść możemy i ich mass. Jeżeli zatém z obserwacyj znamy prędkość kątową gwiazdy podwójnéj, to i łatwo obrachować możemy jéj średnią odległość w milach; a ztąd ile stóp lub cali spada gwiazda mniéjsza na gwiazdę większą,

z wiadomego zaś spadku ciał na ziemię, można dojść stosunku, jaki zachodzi pomiędzy jéj massą a massą słońca; i tak np. gwiazda główna w *Centaurze* oddalona jest od ziemi od 224,520 odległości ziemi od słońca, a ztąd z kącika, jaki te dwie gwiazdy robią, a który wynosi 14″6, dochodzimy, że odległość pomiędzy niémi wynosi 336 milionów mil. Czas obiegu téj gwiazdy wynosi 79 lat, a massa obu gwiazd, jest 0,677, czyli przeszło $^{8}/_{12}$ massy słońca.

Są téż gwiazdy potrójne, poczwórne i t. d. wielokrotne, np. gwiazda potrójna oznaczona w katalogu Struvego N° 2886; gwiazda poczwórna N° 76, połączona z potrójną N° 761 w Oryonie, i od niéj tylko 4″ odległa.

W końcu wspomiéć należy, że gwiazdy podwójne krążą po drogach elliptycznych, o wielkich mimośrodach, i na płaszczyznach bardzo pochyłych do ekliptyki.

Pogadanka 26.

Demokryt domyśla się mdłych świateł; Galileusz przekonywa się o nich. Opisanie drogi mlécznéj i jéj rozgałęzienie. Układ gwiazd. Słońce centralne.

Spadła zasłona z sklepienia niebios, otworzyły się podwoje przestworów bezdennych, najbliższa gwiazdą o 4 i $^{1}/_{3}$ bilionów mil oddalona, przesyła nam światło swoje w 3 i $^{1}/_{2}$ latach przeszło. Inny był widok nieba dla starożytnych: Pliniusz i Hipparch liczyli gwiazd golém okiem widzialnych 1,600, chociaż w katalogu ostatniego niebyło ich, jak 1,026; teraz gwiazd takich, podług siły naszego oka, liczymy od cztérych do pięciu tysięcy. Cóż to jednak w porównaniu nieba uzbrojoném okiem badanego, w porównaniu nieba 20,000 gwiazd od 1 do 9 wielkości, które katalogi obejmują; w porównaniu

18,000,000, które W. Herszel na mléczněj drodze, przez swój cztérdziesto-stopowy teleskop widział i zliczył; czémże to wszystko w porównaniu milionów gwiazd, których teleskop Lorda Rosse dosięga. Na téj mléczněj drodze, na tym dyademie nieba, nie widzieli Grecy oddalonych światów, ale widzieli tylko krople mléka ssącego ulubieńca; albo ogniste ślady, które wóz Faetona za sobą sypał; albo ślady wydeptanej drogi, po którěj słońce stąpało, nim na pasie zwierzyńcowym chodzić zaczęło. Pierwszy, który naturę tego mdławego światła odkrył, był Demokryt, założyciel szkoły atomistycznej; uważał on drogę mléczną zasianą rojami gwiazd, a co téż luneta Galileusza stwierdziła; luneta ta rozdzieliła gwiazdy, których się duch Demokryta tylko domyślał. Dzisiajsze lunety obiecują więcéj, rozdzielają najdelikatniejsze mgły, i odkrywają nowe światy.

Na stronie południowo-wschodniéj nieba, pomiędzy gwiazdozbiorami *Oryona*, *wielkiego i małego Niedźwiedzia*, bierze droga mléczna swój początek; słaby strumień mgławego światła dotyka się tu rogów *Byka*, i wylewa na

Kapellę w konstellacyi *Woźnicy*. Dziwne rozgałęzienie zaczyna się w *Kassyopei*; tu jedna gałęź kieruje się do *Perseusza*, i gubi się w *Plejadach* i *Hiadach*, druga kieruje się ku *małemu Niedźwiedziowi* i gwiaździe *biegunowéj*. W *Łabędziu*, w najbogatszéj okolicy nieba północnego, pokazuje się na środku széroka, ciemna próźnia, z któréj trzy się rozchodzą strumienie światła, gubiące się dopiéro w okolicy *Orła*. W nieprzerwanéj piérzastéj i wełnianéj postaci ciągnie się droga mléczna daleko po za *Orła* aż do *Strzelca*, gdzie ją już poziom nas zakrywa. Na południowém niebie wznosi się ona znowu w ogonie *Niedźwiadka*, dla rozlania najwspanialszego swojego blasku na gwiazdy *Centaura*. Tu na drodze od *Strzelca* aż do *Okrętu* rozwija ona najpiękniéjsze rozgałęzienia; jednę gałęź przesyła od *Trójkąta* do nogi *Wężownika*; drugą od głównéj gwiazdy *Centaura* aż do gwiazdozbioru *Wilka*, a w tyle *Okrętu* w wachlarz się rozczépia; potém urywa się zupełnie i okazuje znaczną czarną przerwę: po drugiéj znowu stronie rozgałęzia się i rozchodzi z słabém mdławém światłém, od *Psa* do *Oryona*. Daléj rozciąga

się droga mléczna, jako pas na 20-cia stopni széroki, późniéj się zwęża do 4 lub 5 stopni, okala promienisty *Krzyż południowy*, przecina széroki pas gwiazdzisty, ciągnący się od *Oryona* przez *Krzyż* do *Niedźwiadka*, okala podziwienia godne *Wory węglowe*, w któréj Herszel wielkie dostrzegł otwory.

Jaki jest obraz téj opasującéj nas drogi mlécznéj. Siła przenikająca lunety dozwoliła rozłożyć ją na gwiazdeczki bardzo drobne; jest ona zbiorem miryadów takich gwiazdeczek, ale nie przypadkowo ugrupowanych: tworzą one pewien system kształtu spłaszczonéj soczewy, do któréj i nasz świat słoneczny należy i ten nie znajduje się w środku, ani na płaszczyznie jéj największéj rozległości; co przekonywa, że droga mléczna nie jest kołém wielkiém, ale zbliża się ku południowemu biegunowi o 10° więcej, aniżeli ku biegunowi północnému; i blask jéj nie jest jednostajny, ale w jednéj stronie daleko większy, aniżeli w stronie drugiéj. Nakoniec znajdujemy się bliżéj drogi mlécznéj w kierunku *Niedźwiadka*, aniżeli w kierunku *Perseusza*.

Wspaniały jest widok całego nieba; gwiazdy jedne się tworzą, drugie giną; są to gwiazdy *nowe* i gwiazdy *zmienne*; gwiazdy zmieniają porządek swej wielkości, teleskopowe podwójne gwiazdy krążą w około swoich spólnych środków ciężkości. Ośmdziesiąt sześć planet, dwadzieścia dwa księżyców i niezliczona liczba komet jaśnieje różnemi czasy na niebie, a każda gwiazda spadająca podobna jest do okwitającego kwiatka. Cały ten obraz podlega prawom mechaniki, które wykrył Laplace; cofanie się punktów równonocnych i kołysanie się osi ziemskiéj odsłania jedne gwiazdy, a zakrywa drugie. Cały zbiór gwiazd, dawniéj za nieruchomy miany, jest w ciągłym ruchu, każda gwiazda krąży po swojéj drodze, podobnie jak planety i księżyce. Ruch ten nadał niebu życie i w nim szukać powinniśmy jedności i tego łańcucha, który łączy światy w jeden ogólny układ,

Warunkiem ruchu są siły poruszające, i ażeby niezniosły się nawzajem i nie zniszczyły, potrzeba stałego prawa. Tam gdzie zachodzi prawo powszechnego ciążenia, tam musi być

środek ciężkości, a gdzie znajdują się ciała w ruchu, czy to planety, księżyce lub komety i t. p.. tam krążyć one muszą około swojego spólnego środka ciężkości. Te zaś krążące słońca tworzą całość i stanowią układ światów najwyższy. Potrzeba zatém zbadać krainy nieba, rozgraniczyć je, wymierzyć, a nadewszystko rządcę ustanowić; tym rządcą jest prawo Newtona, a ponieważ to domaga się jakiegoś spólnego środka ciężkości wszystkich światów, ztąd też musi być jakieś *środkowe słońce.*

Okolice nieba, w któréj szukać mamy środka ciężkości całego układu światów, obejmują gwiazdozbiory *Barana, Byka, Bliźniąt i Oryona*, i rzeczywiście Mädler oznaczył go w *Plejadach*, jest nim *Alcyona*, główna gwiazda téj konstellacyi.

Z Alcyony spojrzyjmy na słońce, a wtenczas porzucić musiémy to domniemanie, jakoby droga słoneczna prawdziwa miała być kołem; przeciwko temu mówi położenie punktu w gwiazdozbiorze *Herkulesa*, ku któremu słońce kroki swoje kieruje; albowiem odległość tego ostatniego punktu od Alcyony nie wynosi 80 stopni, ale 111 i $^{1}/_{2}$ stopni, a zatém

wskazuje znaczny mimośród, 21 i $^1/_2$ stopni wynoszący. Płaszczyzna drogi słońca jest znacznie do ekliptyki pochylona, i co wnioskuje się ztąd, że *Plejady* prawie się prostopadle do eklityki poruszają. Ruch własny *Alcyony* wynosi rocznie 0,0471 sekund, *Plejad* w przecięciu 0,0582 sekund; a ztąd jeżeli pierwszą z tych liczb uważać będziemy za bieg własny słońca, w tenczas jego obieg całkowity wyniesie 28 milionów lat; jeżeli zaś drugą, to 22 i $^1/_2$ milionów lat. Jest to rok słońca; jakąż chwilką jest nasz rok w porównaniu z tylu wiekami, w porównaniu z dopiéro co wspomnianém rokiem?

Odległość środka ciężkości wszystkich światów od środka Alcyony wynosi 45 milionów odległości ziemi od słońca, czyli 943 bilionów mil, odległość którą światło przebiega w 715 latach.

To jest nowy tryumf rozumu ludzkiego, to jest najlepsze świadectwo Wszechmocy Boga.

Pogadanka 27.

Opisanie kupek gwiazd, obłoków i gwiazd mglistych.

Ciemna noc otaczca nas; tam nurza się na tle nieba migający się mglisty obłoczek; ta mgławka rozjaśnia się, zaczyna świécić, jak przepaska na głowie, nasadzana brylantami. Patrząc na nią, przypominamy sobie gwiazdo zbiory *Plejad, Hyjad* i włosów *Bereniki*, tylko punkta świetne są liczniejsze, a liczbę ich trudno oznaczyć. Na przestrzeni kółka, 8 minut mającéj średnicy, a zatém prawie w $^{1}/_{15}$ części tarczy księżyca w pełni, można widzieć z ziemi 20,000 przeszło oddzielnych gwiazdeczek. Takie kupki gwiazd, jakie widziémy w gromadzie *Herkulesa, Wodnika*, są niezliczone na niebie; często znajdują się w środku nich większe kolorowe gwiazdy podobne do rubinów lub szmaragdów. Widzieliśmy kupki gwiazd

rozdzielające się na gwiazdeczki: tu i najmocniejszy teleskop tego nie dokaże. Kiedy Lord Rosse skierował na nie swój 53 stopowy teleskop, przedstawiły mu się pierścienie, wachlarze, krzyże, któremi fantazya niebo zbogaciła. Ten obłoczek w konstellacyi *Lwa wielkiego*, który się pokazuje w dobréj lunecie, jak przedłużona elliptyczna mgła z jądrem jasném, przybiéra teraz postać, w zwoje spiralne zwiniętą. Tu znowu w *Bliźniętach* przedstawia się podwójny obłoczek, dwie jaśniejące i prawie dotykające się plamy mgliste: w teleskopie Rossego widziémy ten obłoczek pokryty jedną promieniejącą, a drugą mglistą powłoką. Tam podwójna mgławka w *wielkim Lwie*, tam znowu małe okrągłe obłoczki, podobne do tarcz planetarnych, i czasem bardzo rzadkie, pierścienowe, a nawet jak w gwiazdozbiorze *Psów gończych*, podwójnym pierścieniem okolone. To wszystko jednak ustępuje obłokowi *Oryona*, na pasie Sw. Jakuba położonym, który Rossego teleskop na miliony gwiazdeczek rozłożył.

Właściwą jednak krainą, w mgliste obłoczki bogatą, jest niebo południowe, które zdobią

Krzyż Pies wielki i *Okręt.* Tam to rozciąga sie świetny obłok, 12 średnic księżycowych mający, wielkim obłokiem *Magelana* nazwany. John Herszeł naliczył na nim 582 większych gwiazd, 291 plam mglistych i 46 kupek gwiazd. Kto wie czy to nie są zaczątki i kiełki światów, które w przyszłości na niebie okazale świecić będą.

Wznieśmy się tylko nad płaszczyznę drogi mlécznéj o odległość, wyrównywającą jéj średnicy, a zobaczymy ją, nie opasującą nas, ale przedstawiającą tarczę rozległości gwiazdozbioru *wielkiego Niedzwiedzia*, w środku rosnącéj grubości, coraz jaśniéjszą i dwoma pierścieniami okoloną.

Jakaż nieskończoność nie przedstawia się tutaj; są obłoczki od których światło do nas zaledwie w 1000 lat dochodzi.

Tu jest kraniec naszego Wszech świata, tu kres naszych wiadomości.

KONIEC.

Dodatek Piérwszy.

Koła, łuki, kąty, linie i punkta, na kuli nieba.

Chcąc poznać położenie i bieg ciała niebieskiego, potrzeba w każdym czasie wyznaczyć jego miéjsce tego zaś niemożna poznać, jak tylko odnosząc go do pewnych stałych płaszczyzn, położenia nam wiadomego: położenie płaszczyzny jest nam znane, kiedy znamy trzy punkta, nie leżące na téj saméj linii prostéj, przez które ta płaszczyzna przechodzi: albo kiedy znamy położenie linii prostéj, do któréj ta płaszczyna jest prostopadłą. Na téj prostéj uwadze geometrycznéj zbudowane są różne narzędzia służące do oznaczania położeń ciał, tak ziemskich jak niebieskich. Dla tego to astronomowie dla poznania biegu ciał i dla oznaczenia miéjsc jednych względem drugich, upatrzyli pewne znakomite miejsca i punkta na niebie:

te punkta połączyli liniami, przez środek ziemi przechodzącémi; przez te linie wystawili sobie płaszczyzny, które stanowią dla umysłu pierwszy, że tak rzekę, zrąb i wiązanie do poznania nieba i ziemi. A że całe niebo wydaje nam się, jak kula ogromna, z środka ziemi zatoczona, co lubo jest złudzeniem tylko optyczném, pochodzącém z ograniczonego wzroku naszego, nie mogącego przepaści niebieskiéj dosięgnąć; to jednak złudzenie szczęśliwie użyte, prowadzi nas do poznania rzetelnego biegu ciał niebieskich.

Z kuli przeciętéj płaszczyzną rodzi się koło, ztąd powstały różne koła, wiadomość sfery składające, które nic innego nie są, tylko płaszczyzny pewnego znanego położenia, do których odnosząc, bądź punkta ziemi, bądź punkta nieba, poznajemy na pierwszéj położenie miéjsc względem siebie, na drugiéj zaś biegi gwiazd nad nami zawieszonych. Ale któreż to są punkta znakomite na niebie, nadające pewne znane położenia tym kołom czyli płaszczyznom? Dosyć jest w czasie wypogodzonéj nocy, podnieść oko i zatrzymać je przy gwiaździe biegunowéj, ujrzémy tam punkt

nieba spoczywający wśród powszechnego wszystkich gwiazd ruchu; jest to punkt widzialny północy, nazwany *biegunem północnym świata*; od niego linia przez środek ziemi prowadzona, da nam *oś obrotu dziennego ziemi*, którą zowią *osią świata*; a przedłużona aż do drugiéj strony nieba, da dla nas niewidzialny *biegun świata południowy.* Poprowadźmy przez środek ziemi płaszczynę prastopadłą do téj osi świta, a będziemy mieli *równik*, koło dzielące tak niebo, jak i ziemię, na dwie półkule, północną i południową, od któréj, i miejsca ziemskie i gwiazdy nazywają się północnémi i południowémi. Odległość w łuku od równika miéjsc ziemskich zowie się *szerokością geograficzną*; odległość zaś taką gwiazd zowią astronomowie *zboczeniem.*

Zawieśmy kamień na nici, tę nić wystawmy sobie przedłużoną w górę i wskróś przez ziemi środek aż do nieba, będziemy mieli nasz *punkt wierzchołkowy*, a z drugiéj strony wierzchołek naszych przeciwstopowych. Do téj linii *wierzchołkowéj* wystawmy dwie płaszczyzny prostopadłe, jednę przechodzącą przez punkt ziemi, na którym stojémy, a drugą do niéj równole-

głą przez środek ziemi przechodzącą, będziemy mieli dwa *poziomy*, jeden *fizyczny*, a drugi *geometryczny*: każdy z nich oddziela nam część widzialną od niewidzialnéj nieba, i służy do uważania wschodu i zachodu gwiazd. Poznawszy dwie linie, jednę całej ziemi spólną, to jest oś świata, drugą każdemu miéjscu na ziemi właściwą, to jest linią wierzchołkową, poprowadźmy przez te dwie linie płaszyznę, a powstanie ztąd *południk*, będący razem prostopadły na równik, bo przechodzi przez oś świata, i na poziom, bo przechodzi przez linią wierzchołkową; a zatém służy on do mierzenia odległości w łuku, tak od poziomu, co się zowie *wysokością* gwiazdy, jak od równika, cośmy nazwali jéj *zboczeniem*. Każde miéjsce, ma swoją linię wierzchołkową i swój poziom, a zatem swój własny południk; że zaś każdy południk powinien przechodzić przez oś świata, więc wszystkich miéjsc ziemskich południki, rozchodząc się na wschód i zachód, przecinają się w biegunach świata pod pewnémi kątami: kąty te południków nazywają się w geografii różnicą *długości* miejsc; w astronomii zaś stanowią one *kąty godzinne*, które,

liczone na równiku, zowię się *wznoszeniami prostémi* gwiazd. Tym kątom odpowiadają łuki na równiku, między ramionami południków zawarte, które, będąc ich miarą, to samo wyrażają co tamte. Szerokość więc geograficzna miéjsc ziemskich, tak jak zboczenie gwiazd, uczy nas o ich położeniu względem piérwszych dwóch punktów głównych świata, północy i południa: długość znowu geograficzna krajów ziemskich, a wznoszenie proste gwiazd, daje nam poznać ich położenie względem drugich dwóch głównych puuktów świata, to jest wschodu i zachodu.

Słońce będąc gwiazdą nieruchomą, pokazuje się zawsze w tém miejscu nieba, gdzie pada linia od oka naszego do jego środka prowadzona; mieszkańcy ziemi, nie czując biegu swojej planety, przypisują ten bieg ciałom zewnętrznym, to jest słońcu i gwiazdom; droga więc od nas biegiem rocznym przebieżona, zdaje nam się być drogą słońca; a że słońce przez sześć miesięcy, wydaje nam się być gwiazdą południową, to jest pod równikiem leżącą, i oddaloną od naszego wierzchołka; a przez drugie sześć miesięcy wydaje się gwiaz-

dą północną, to jest leżącą nad równikiem i zbliżoną do naszego wierzchołka; więc droga biegu rocznego ziemi, przecinając równik ukośnie w dwóch punktach, rozciąga się nad i pod równikiem; droga ta zowie się *ekliptyką*, czyli miejscem zaćmień; dla tego, że księżyc ziemski, gdy się znajduje blizko téj płaszczyzny w czasie nowiu lub pełni, sprowadza zaćmienie słońca w pierwszym, a księżyca w drugim przypadku. Poprowadzona na tę płaszczyznę linia prostopadła, przez środek ziemi przeciągnięta, nazywa się *osią ekliptyki*; a dwa ostatnie punkta téj linii na niebie są *biegunami ekliptyki*, jeden północny, drugi południowy. Oś ekliptyki tak jest pochylona do osi świata, jak jest pochylona ekliptyka do równika, to jest, mało co mniéj jak 23 i $^1/_2$ stopnia. Astronomowie odnoszą także położenie gwiazd względem ekliptyki, nazywając *szerokością gwiazdy*, odległość jéj w łuku od płaszczyzny ekliptyki, która się dzieli na szerokość północną lub południową, podług tego, jak gwiazdy leżą ku biegunowi ekliptyki północnemu lub południowemu, i znowu położenie gwiazdy uważane na ekliptyce, względem wschodu lub

zachodu nazywają *długością gwiazdy*: te atoli dwa pierwiastki najbardziéj nam są potrzebne dla ciał, należących do świata słonecznego, bo środkiem ich biegów jest słońce, które nigdy z ekliptyki nie schodzi.

Cztéry punkta znakomite zachodzą na drodze ziemskiéj, dające początek cztérem porom roku: to jest dwa te, w których ekliptyka przecina równik; tam przyszedłszy ziemia w biegu swojém rocznym, sprawuje dni równe nocom dla wszystkich swoich mieszkańców i zaczyna wiosnę lub jesień: zowią się więc te punkta ***równo nocne***; przez nie i przez oś ekliptyki prowadzona płaszczyzna stanowi koło wrębne, albo *południk równonocny*, gdyż to koło jest południkiem każdego miéjsca, w momencie tam zaczynającéj się wiosny lub jesieni, w czasie południa lub północy, i jest początkiem, od którego się wznoszenia proste liczą: od punktu także tego na ekliptyce zaczyna się rachuba długości gwiazd. Drugie dwa znakomite punkta drogi ziemskiéj są, jeden największego oddalenia się, drugi największego zbliżenia się słońca do naszego wierzchołka: tamten daje początek zimy, ten latu.

Nazywamy każdy z nich pospolicie *przesileniem dnia z nocą* albo *punktem stanowiska słońca*, dla tego, że przy nich bieg ziemi, albo jak się nam zdaje bieg słońca, jest co do zboczenia najleniwszy: wszystkie miéjsca ziemi między témi punktami położone, stanowiące blizko pół ósméj rozległości naszéj planéty, mają dwa razy w roku słońce przez sam ich wierzchołek przechodzące, i składają *pas* powierzchni ziemskiéj, nazwany *gorącym*. Przez te punkta i przez biegun świata poprowadzone koło, przechodzi razem przez bieguny ekliptyki, i nazywa się *kołém wrębném stanowisk słońca*: jest to granica odległości słońca od równika w biegu rocznym ziemi; schodzi się znowu to koło z południkiem każdego miéjsca w momencie tam zaczynającéj się zimy lub lata, w czasie południa lub północy.

Dodatek drugi.

Astrognozya

CZYLI

Nauka o konstellacyach.

Liczba gwiazd jest tak wielka, że trudnoby było wszystkie spamiętać, gdyby każda miała osobne nazwisko. Połączono więc gwiazdy róznemi liniami i figury ztąd powstałe nazwano *Konstellacyami. gromadami gwiazd*, *gwiazdozbiorami*, a których nazwy są wzięte z mitologii, z historyi i z nauki. Ażeby znowu w każdej konstellacyi rozróżnić pomiędzy sobą gwiazdy do niej należące, oznaczono je głoskami abecadła greckiego, łacińskiego lub liczbą porządkową. Zaledwie prytoczyć tu potrzeba, że figur tych konstellacyj nie ma na niebie.

Przystąpmy teraz do opisania niektórych gwiazdozbiorów.

Niedzwiedź wielki. Kiedy dostrzegacz obróci się ku północy, natenczas spostrzeże on siédem gwiazd, które tworzą czworokąt nieforemny i łuk zakrzywiony. Piérwsza i druga w czworokącie, najbardziéj oddalone od łuku, zowią się *strażnikami.* Cztéry z tych gwiazd leżą na ciele Niedzwiedzia, trzy zaś pozostałe na jego ogonie. Sześć z tych gwiazd są *drugiéj*, najbliższa zaś ogona jest *trzeciéj* wielkości: inne gwiazdy trzeciéj, czwartéj i t. d. wielkości znajdują się na głowie, ciele i jego łapach

Lud nasz zowie tę konstellacyę *Wozem wielkim:* cztéry gwiazdy czworokąta uważa za koła, a trzy pozostałe za dyszel.

Gwiazdozbiór ten i cztéry następujące nigdy u nas nie zachodzą.

Niedzwiedź mały. Jeżeli dostrzegacz poprowadzi linią prostą przez strażniki Niedzwiedzia wielkiego i przedłuży ją ponad jego grzbietem dostatecznie, natenczas kierunek téj linii trafi na *gwiazdę biegunową,* która jest drugiéj wielkości. Gwiazda ta należy do kestellacyi,

która się zowie *Niedzwiedziem małym*, i składa się z siédmiu gwiazd podobnie, jak w poprzedzającéj, ułożonych, ale mniéj świetnych, bardziéj do siebie zbliżonych i w kierunku przeciwnym będących.

Gwiazda biegunowa służy do poznania stron świata, patrząc na nią, mamy przed sobą *północ*, po prawéj ręcę *wschód*, po lewéj *zachód*, a wtyle *południe*.

Smok. Pomiędzy dwoma Niedźwiedziami wiją się gwiazdy w linii węzłowatéj z dwoma kłębami, którą zakończa czworokącik złożony z gwiazd trzeciéj wielkości: piérwsze leżą na grzbiecie, ostatnie zaś na głowie *Smoka*. W nim znajduje się gwiazda drugiéj wielko ści, leżąca pomiędzy strażnikami małego Niedzwiedzia, a środkową w ogonie wielkiego.

Kassyopea. Linia poprowadzona przez piérwszą gwiazdę w ogonie Niedzwiedzia wielkiego i gwiazdę biegunową, przedłużona poza tę ostatnią, trafia na konstellacyę, która się zowie *Kassyopea*. Do niéj należące pięć gwiazd, drugiéj i trzeciéj wielkości, tworzą łacińskie *ypsylon* ze złamaną nóżką. Wielu upatruje w nich kształt krzesła z wygiętém oparciem, na którém Kassyopea siedzi.

Cefeusz. Po stronie lewéj Kassyopei widziémy trzy gwiazdy trzeciéj wielkości, łuk tworzące: te z innemi drobniéjszemi należą do konstellacyi **Cefeuszem** zwanej.

Pegaz, Andromeda, Perseusz. Linia przez strażniki przechodząca, ta sama która nam gwiazdę biegunową wskazała, przedłużona poza Kassyopcę, trafia na gromadę **Pegazem** zwaną. Poznać ją można po cztérech gwiazdach drugiéj wielkości, ułożonych w wielki czworokąt: z nich najbliższa gwiazdy biegunowéj należy do Andromedy i znajduje się na jéj włosach. Czworokąty Pegaza i Niedzwiedzia wielkiego leżą z przeciwnych stron gwiazdy biegunowéj; piérwszy jest większy, i od téj gwiazdy dwa razy prawie dalszy, jak drugi.

Trzy gwiazdy drugiéj wielkości, z których jedna, będąca wierzchołkiem czworoboku Pegaza, leży na włosach *Andromedy*, druga na przepasce, a trzecia na jéj lewéj nodze, i te tworzą kuł mało wklęsły. Inne gwiazdy do téj konstellacyi należące, są trzeciéj czwartéj i t. d. wielkości.

Linia przez te trzy gwiazdy poprowadzona i przedłużona, przechodzi blizko gwiazdy

drugiéj wielkości, która się zowie *Algenib*; należy ona do konstellacyi *Perseusza*. Gwiazda ta leży blizko jego prawéj piersi i tworzy łuk z trzéma mniéj świétnémi, które leżą na jego prawém ramieniu i lewéj nodze.

Woźnica. Linia prosta, przechodząca przez gwiazdę biegunową, przedłużona trafia na trzy gwiazdy należące do konstellacyi *Woźnicą* zwanéj. Dwie z nich są drugiéj wielkości, a trzecia, która się zowie *Kapella* czyli *Koza*, jest wielkości pierwszéj.

Lutnia. Prawie w téj saméj odległości od gwiazdy biegunowéj co Kapella, ale na przeciwnéj stronie błyszczy gwiazda piérwszéj wielkości *Wegą* nazwana: należy ona do gromady *Lutni*, którą *Sęp* w swoim dzióbie trzyma. Wega znajduje się w wierzchołku kąta prostego trójkąta, którego dwoma innémi wierzchołkami są gwiazda biegunowa i Arkturus.

Orzeł. Na stronie południowo wschodniéj Lutni unosi się *Orzeł*. Łatwo poznać go można po trzech gwiazdach w linii prostéj będących, z których środkowa jest piérwszéj wielkości i zowie się *Altair*.

Na stronie południowéj Orła cztéry gwiazdy trzeciéj wielkości tworzą czworobok należący do gromady *Antynousem* zwanéj.

Łabędź czyli *Krzyż.* Pomiędzy Lutnią i Pegazem znajduje się *Łabędź:* konstellacyę tę można poznać po pięciu gwiazdach ułożonych w krzyż; gwiazda u góry położona jest drugiéj wielkości, inne są trzeciéj,

Wolarz. Łuk trzech gwiazd, leżących na ogonie Niedzwiedzia wielkiego, przedłużony trafia na gwiazdę piérwszéj wielkości, która się zowie *Arkturem*: należy ona do gromady *Wolarza,* w któréj znajduje się kilka gwiazd trzeciéj wielkości

Konstellacye Kassyopea, Perseusz, Łabędź i Orzeł leżą na drodze mlécznéj, na któréj także znajduje się na jednéj jéj odnodze *Tarcza Sobieskiego* poniżej Orła, a na drugiéj *Ciołek Poniatowskiego.* Pierwszą umieścił Hewelius na niebie na pamiątkę zwycięstwa pod Wiedniem; drugą Poczobut dla uczczenia pamięci Stanisława Poniatowskiego, wielkiego miłośnika nauk.

Korona póluocna. Sześć do siedmiu gwiazd po stronie wschodniéj Wolarza tworzą łuk

otwarty ku biegunowi: gwiazdy te nalczą do *Korony północnéj*. Z nich jedna jest drugiéj wielkości i zowie się *Gemma* czyli *Perła*, inne zaś są czwartej wielkości.

Oryon jest to najpiękniejsza konstellacya. W niej dostrzegamy czworobok gwiazd, z których dwie są pierwszéj wielkości i zowią się *Betageuze* i *Rygel:* pierwsza znajduje się na prawém ramieniu Oryona, a druga na jego lewéj nodze; z dwóch zaś pozostałych jedna jest drugiéj, druga trzeciéj wielkości. W środku tego czworoboku są trzy drugiéj wielkości gwiazdy blizko siebie; te tworzą pas Oryona, a lud zowie je *Laską Sgo Jakuba* albo *Trzema Królami*. Pod tym pasem leżą trzy gwiazdy na mieczu, a obok nich gwiazda mglista cudnéj piękności.

Gromadę tę zowie lud nasz *Kossarzami*, i służy mu ona, podczas zimy, za zegar wiéjski.

Pies wielki. Blizko przecięcia się przedłużonéj przekątni czworokąta Niedzwiedzia wielkiego z przedłużoną linią, na któréj się znajdują trzy gwiazdy na pasie Oryona leżące, znajduje się gwiazda pierwszéj wielkości, bar-

dzo znacznego blasku, która się zowie *Syryuszem* albo *Kanikułą*: należy ona do konstellacyi *Psa wielkiego*, i leży na jego mordzie W téj gromadzie znajduje się sześć gwiazd drugiéj wielkości.

Pies mały. Ta sama przekątna czworokąta Niedźwiedzia wielkiego przedłużona, przechodzi blizko gwiazdy piérwszéj wielkości, która się zowie *Procyonem* i należy do *Psa małego*. Konstellacya ta ma oprócz niéj gwiazdę drugiéj wielkości.

Baran. Konstellacyj, które słońce co rok przebiega, jest dwanaście: te z kolei tu opiszemy. Z tych pierwszą jest *Baran*. Linia prowadzona przez dwie gwiazdy na przepasce Andromedy leżące, jedna drugiéj, a druga czwartéj wielkości, dostatecznie przedłużona, wpada pomiędzy dwie gwiazdy, jednę drugiéj a drugą trzeciej wielkości. Z tych pierwsza leży na czole, a druga na rogu Barana.

Byk. Konstellacya ta, leżąca pod Perseuszem i Woźnicą, który jednę nogę wspiéra na jego głowie, poznaje się łatwo po gwiazdzie pierwszéj wielkości, będącéj na jego oku, *Aldebaranem* zwanéj, i po gromadach gwiazd

bardzo bliskich, na jego grzbiecie leżących, *Plejadami*, a przez lud *Babami* albo *Kwoką z kurczętami* zwanych: z nich siédm gołém okiem widziéć można, z których największa zowie się *Alcyona*. Po lewéj stronie, w niewielkiéj odległości od Plejad, znadujemy znowu na głowie Byka, gromadkę gwiazd blizkich siebie, *Hyadami* czyli *Dżdżownikami* zwanych.

Bliźnięta. Pomiędzy Niedzwiedziem wielkim i Psem wielkim znajdują się dwie gwiazdy; jedna prawie piérwszéj a druga wielkości drugiéj: jest to *Polluks* i *Kastor*. Gwiazdy te należą do konstellacyi Bliźniąt.

Rak. Blizko Kastora i Polluksa, z lewéj ich strony i nieco niżéj, napotykamy kupkę gwiazd nazwaną *Praesepe* czyli *Żłób*; dwie między niémi świetniéjsze są to *Osiołki*, a cała ta gromada jest to *Rak* w niéj znajduje się pięć gwiazd czwartéj wielkości, z których dwie są na jego skorupie, a trzy na nożycach i nodze.

Lew wielki. Linia poprowadzona przez strażniki Niedzwiedzia wielkiego, przedłużona w kierunku przeciwnym gwiazdzie biegunowéj, trafia na gwiazdę piérwszéj wielkości, która się

zowie *Regulusem* czyli *Lwiém Sercem.* Gwiazda ta należy do konstellacyi *Lwa wielkiego,* w któréj są nadto trzy gwiazdy drugiéj wielkości; cztéry zaś wielkości trzeciéj tworzą czworokąt nieforemny.

Panna. Na przedłużeniu przekątni łączącéj w czworoboku Niedzwiedzia wielkiego dwie gwiazdy drugiéj wielkości, i z strony przeciwnéj Perseusza, znajduje się konstellacya *Panny,* która trzyma w lewéj ręce *Kłos,* będący gwiazdą piérwszéj wielkości.

Waga. Arktur, Kłos i gwiazda drugiéj wielkości leżąca na północnéj szali *Wagi,* tworzą trójkąt prawie równoboczny: taka sama gwiazda znajduje się i na szali południowéj. Inne gwiazdy w konstellacyi téj gołem okiem widzialne, są piątéj i szóstéj wielkosci.

Niedzwiadek. Linia przez Arktura i gwiazdę na północnéj szali Wagi poprowadzona i przedłużona, trafia na gwiazdę piérwszéj wielkości, która się zowie *Antares* czyli *Serce Niedzwiadka*: należy ona do konstellacyi *Niedzwiadka.* Na jego czole świéci gwiazda drugiéj wielkośi, a inne mniéjsze znajdują się na jego nogach i ogonie.

Strzelec. Konstellacya ta, którą rysują w postaci pół człowieka i pół konia, znajduje się pod Tarczą Sobieskiego i Antynousem. Na ramieniu téj ręki, w któréj trzyma łuk, leży gwiazda prawie drugiéj wielkosci. Z sześciu znowu gwiazd trzeciéj wielkości, trzy leżą na łuku, czwarta na strzale, piąta na powyższéj ręce, a ostatnia na tylnym zwoju włosów.

Koziorożec. Linia od Wegi do Altairu poprowadzona i przedłużona trafia na dwie gwiazdy trzeciéj wielkości, należące do gromady *Koziorożca*: jedna z nich leży na jego prawym rogu, a druga ponad okiem; jest jeszcze trzecia taka gwiazda na jego ogonie.

Wodnik. Altair, gwiazda na rogu Koziorożca i trzeciéj wielkości gwiazda na lewém ramieniu *Wodnika*, tworzą trójkąt prostokątny: przy drugiém ramieniu i na jego nodze są dwie jeszcze takie gwiazdy. Inne do téj gromady należące gwiazdy są czwartéj i t. d. wielkości.

Ryby. Jedna z *Ryb* leży pomiędzy Andromedą i Baranem, druga zaś pod Pegazem. Na wstędze która, te dwie ryby łączy, znajduje się gwiazda prawie trzeciéj wielkości, inne

zaś w téj gromadzie będące są czwartéj i t. d. wielkości.

Oprócz téj konstellacyi, jest jeszcze na półkuli drugiéj *Ryba południowa*, w któréj znajduje się gwiazda piérwszéj wielkości, nazwana *Fomalhaut*.

Aldebaran w Byku; *Antares* w Niedźwiadku, *Regulus* w Lwie, i *Fomalhaut* w Rybie południowéj, dzielą niebo na cztery równe części. Te cztéry gwiazdy, znaczne i bardzo świetne, uważali Persowie 3,000 lat przed N. J. Ch. za stróże nieba.

Herkules. Prowadząc linią od Wegi do Perły, dostrzegamy prawie w jéj środku czworobok z gwiazd trzeciéj wielkości złożony, który należy do *Herkulesa*. W téj konstellacyi znajduje się jedna gwiazda drugiéj wielkości; inne zaś są trzeciéj, czwartéj i t. d. wielkości.

Załączamy przy końcu dziełka *Mappę Nieba*.

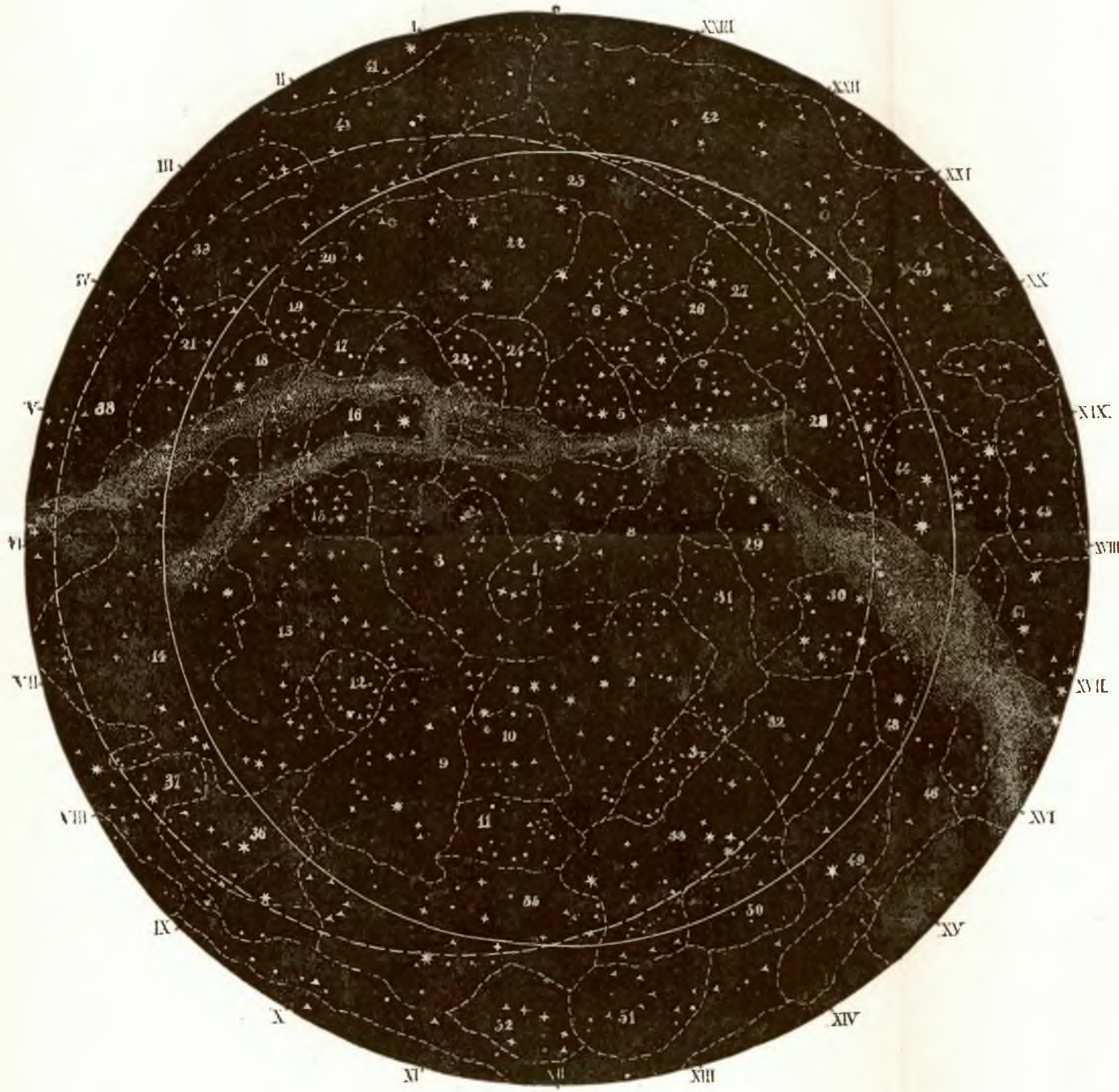
KONIEC.

SPIS RZECZY.

ZNACZNIEJSZE OMYŁKI DRUKARSKIE.

Str.	2	*wiér.*	20	*zamiast*	dwadzieścia	*czytaj*	dwieście.
„	13	„	14	„	bilonów	„	bilionów.
„	74	„	4	„	półkola	„	półkula.
„	80	„	6	„	Zwrotnikami	„	zwrotnikami
„	82	„	14	„	pdwójnym	„	podwójnym
„	89	„	12	„	że oś ta	„	że oś ta,
„	95	„	7	„	podobnie	„	podobnie jak
„	115	„	6	„	kształt z	„	kształt
„	129	„	24	„	podobne	„	podobną
“	137	„	17	„	pote	„	pokryte
„	144	„	13	„	77	„	73
„	160	„	15	„	są pojawy,	„	są meteory
„	161	„	10	„	Plausen	„	Planen
„	184	„	11	„	w Luki	„	Luki
„	198	„	5	„	średnie	„	średnic
„	218	„	12	„	drugie,	„	drugie
„	—	„	—	„	jasne	„	jasne,
„	235	„	16	„	nieba	„	*przekreślić*
„	241	„	5	„	eklityki	„	ekliptyki
„	244	„	1	„	Krzyż	„	Krzyż,
„	247	„	9	„	świta	„	świata
„	254	„	25	„	kestellacyi	„	konstellacyi
„	256	„	21	„	kuł	„	łuk
„	261	„	19	„	*Rak*	„	*Rak:*
„	262	„	1	„	*Scrcem*	„	*Sercem*
	263	„	23	„	która,	„	która

MAPPA NIEBA.



Gwiazdozbiory

1. Niedźwiedź mały.
2. Niedźwiedź wielki.
3. Smok.
4. Cefeusz.
5. Kassiopea.
6. Andromeda.
7. Perseusz.
8. Żyraffa.
9. Wolarz.
10. Psy goncze.
11. Włosy Bereniki.
12. Korona północna.
13. Herkules.
14. Wężownik.
15. Lutnia.
16. Łabędź.
17. Lis i Gęś.
18. Orzeł.
19. Delfin.
20. Koń mały.
21. Antinous.
22. Pegaz.
23. Jaszczurka.
24. Berło Fryderyka.
25. Ryby, gw. zwierz.
26. Trójkąt.

Ciąg dalszy.

27. Baran, gw. zwierz.
28. Byk, gw. zwierz.
29. Woźnica.
30. Bliźnięta, gw. zwierz.
31. Ostrowidz.
32. Rak, gw. zwierz.
33. Lew, gw. zwierz.
34. Lew mały.
35. Panna gw. zwierz.
36. Waga, gw. zwierz.
37. Niedźwiadek, gw. zwierz.
38. Strzelec, gw. zwierz.
39. Koziorożec, gw. zwierz.
40. Wodnik, gw. zwierz.
41. Ryba południowa.
42. Wieloryb.
43. Erydan.
44. Oryon.
45. Zając.
46. Jednorożec.
47. Pies wielki.
48. Pies mały.
49. Wąż wodny.
50. Sekstans.
51. Puchar.
52. Kruk.

Mappa ta obejmuje wielką liczbę gwiazd od pierwszej do piątej wielkości, które w ciągu roku znajdują się nad poziomem sfery ukosnej północnej, w kole od bieguna północnego do równoleżnika południowego, o 30° od równika oddalonego; na niej koło pełne znaczy równik, a koło kréskowane ekliptykę. Najważniejsze gwiazdozbiory odgraniczone są kréskowanémi liniami i naznaczone liczbą arabską: ich odpowiednia nazwa znajduje się obok. Liczby rzymskie znaczą koła godzinne.